



ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะ
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วรกานต์ อัจหาญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
วิทยาลัยครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
ปีการศึกษา 2566

EFFECTS OF COOPERATIVE LEARNING USING STAD TECHNIQUE
WITH APPLICATIONS ON MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING SKILLS
AND MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT OF GRADE 11 STUDENTS

WORAKAN ARJHARN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education
Department of Curriculum and Instruction,
College of Education Sciences
Dhurakij Pundit University
Academic Year 2023



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

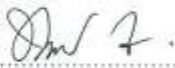
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะ
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เสนอ โดย นางสาวรณงค์ าชางหาญ

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ไสว พิกขาว

ได้พิจารณาเห็นชอบ โดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดาบุรีรัมย์)


..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร. ไสว พิกขาว)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พจนาลัย สกสเกียรติ)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สุคนธ์ นฤพนธ์จิรกุล)

วิทยาลัยครุศาสตร์รับรองแล้ว


..... คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พจนาลัย โย แม้น โสกล)

วันที่ 30 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2566

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ชื่อผู้เขียน	วรกานต์ อัจหาญ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ไสว พิกขาว
หลักสูตร	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)
ปีการศึกษา	2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับก่อนเรียน 2) เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับก่อนเรียน 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 5) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนญามิอุลลอควาน จังหวัดนนทบุรี จำนวน 47 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 4 แผน 2) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ 4) แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 และ 5) พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD, แอปพลิเคชัน, ทักษะการแก้ปัญหา, พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม



อาจารย์ที่ปรึกษา

Thesis Title EFFECTS OF COOPERATIVE LEARNING USING STAD TECHNIQUE
 WITH APPLICATIONS ON MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING SKILLS
 AND MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT OF GRADE 11 STUDENTS

Author Worakan Arjharn

Thesis Advisor Associate Professor Dr. Sawai Fakkao

Program Master of Education in Curriculum and Instruction

Academic Year 2023

ABSTRACT

The objectives of this research were to 1) compare the mathematical problem-solving skills of Grade 11 students before and after learning through cooperative learning using the STAD technique with applications, 2) compare the mathematical problem-solving skills of Grade 11 students after learning through cooperative learning using the STAD technique with applications against a determined criterion of 70 percent, 3) compare the mathematical learning achievement of Grade 11 students before and after learning through cooperative learning using the STAD technique with applications, 4) compare the mathematical learning achievement of Grade 11 students after learning through cooperative learning using the STAD technique with applications against the determined criterion of 70 percent, and 5) study the group working behavior of Grade 11 students after learning through cooperative learning using the STAD technique with applications. The samples used in the research comprised 45 Grade 11 students who were studying in the first semester of the academic year 2023 at Yameul Ikhwan School, Nonthaburi province. A cluster random sampling method was used. The research instruments consisted of 1) four mathematical lesson plans, 2) a mathematical problem-solving skills test, 3) a mathematical learning achievement test, and 4) a group working behavior assessment form. The statistics used to analyze data were mean scores, standard deviations, and t-tests.

The results showed that 1) the mathematical problem-solving skills of Grade 11 students after learning through cooperative learning using the STAD technique with applications were statistically higher than before at a 0.05 level of significance, 2) the mathematical problem-solving skills of Grade 11 students after learning through cooperative learning using the STAD technique with applications were statistically higher than the

determined criterion of 70 percent at a 0.05 level of significance, 3) the mathematical learning achievement of Grade 11 students after learning through cooperative learning using the STAD technique with applications was statistically higher than before at a 0.05 level of significance, 4) the mathematical learning achievement of Grade 11 students after learning through cooperative learning using the STAD technique with applications was statistically higher than the determined criterion of 70 percent at a 0.05 level of significance, and 5) group working behaviors of Grade 11 students after learning through cooperative learning using the STAD technique with applications were at the highest level.

Keywords: Cooperative learning using STAD technique, Applications, Mathematical problem-solving skills, Group working behavior

Somsri Fakkeo

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พิกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ ชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง และยังได้ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัย ตลอดจน ได้ให้ความช่วยเหลือในกระบวนการดำเนินงานวิจัยมาตั้งแต่ต้นจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ทำให้งานวิจัยมีคุณค่า ผู้วิจัยขอขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ ประธานสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ดร.พจมาลย์ สกลเกียรติ ดร.สุตคณิง นฤพนธ์จิรกุล คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำชี้แนะ และคำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นิศากร สังวาระนที ดร.สุตคณิง นฤพนธ์จิรกุล และคุณครู จำเนียร หงษ์คำมี ที่กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดจนข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ยิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษา คณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนญามิ้อล อีควาน ที่ให้การสนับสนุน และให้ความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณครอบครัวซึ่งเป็นกำลังใจที่สำคัญมาก เพื่อนครู เพื่อนในสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน รุ่นที่ 8 ที่คอยสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ตลอดจนมาจนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้

วรกานต์ อางหาญ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 คำถามการวิจัย.....	4
1.3 วัตถุประสงค์.....	4
1.4 สมมติฐาน.....	4
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	5
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
1.8 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	8
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.....	10
2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	
2.2 การเรียนรู้แบบร่วมมือ.....	13
2.3 แอปพลิเคชันในการสอนคณิตศาสตร์.....	20
2.4 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	25
2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	33
2.6 พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม.....	37
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	44
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	48
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	48
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	49
3.3 การสร้างเครื่องมือ.....	49

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	57
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	58
4. ผลการวิจัย.....	63
4.1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา... ปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน กับก่อนเรียน	64
4.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา... ปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70	64
4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยม..... ศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชันกับก่อนเรียน	65
4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยม..... ศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70	66
4.5 ผลการศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับ.... การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน	66
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	69
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	71
5.2 อภิปรายผล.....	72
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	76
บรรณานุกรม.....	78
ภาคผนวก.....	86
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ.....	87
ข หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	92
ค เอกสารรับรองจริยธรรมในมนุษย์.....	94
ง ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	96
จ ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	121

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ฉ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป.....	138
ช การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	143
ประวัติผู้เขียน.....	156

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	32
2.2	42
2.3	43
3.1	48
3.2	50
3.3	51
3.4	53
3.5	55
4.1	64
4.2	64
4.3	65
4.4	66
4.5	66
4.6	67

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
2.1 หน้าการเข้าใช้งาน quizizz.....	23
2.2 ลงทะเบียนด้วยบัญชี.....	24
2.3 การเลือกประเภทของผู้ใช้และกรอกข้อมูล.....	24
2.4 โปรแกรม GeoGebra.....	25

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) ได้ดำเนินการจัดทำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และมีการกำหนดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้และพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะดังนี้ 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ 3) ทักษะการเชื่อมโยง 4) ทักษะการให้เหตุผล และ 5) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) จากทักษะทั้งหมดที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดขึ้นมาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์นั้น แต่ปัจจุบันเด็กและเยาวชนไทยยังขาดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ของประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ยังขาดทักษะและกระบวนการทั้งการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร และนำเสนอแนวคิด การเชื่อมโยงเนื้อหา และความคิดสร้างสรรค์ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) การแก้ปัญหาเป็นทักษะและกระบวนการที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน เนื่องจากมนุษย์ทุกคนต้องเผชิญปัญหาที่ง่ายต่อการแก้จนกระทั่งถึงปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งต้องอาศัยความคิดรวบยอด ความรู้ ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา และเทคนิควิธีหลายอย่างเพื่อให้แก้ปัญหาได้มีประสิทธิภาพ และการที่นักเรียนจะแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น การเรียนคณิตศาสตร์มีส่วนช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นหัวใจ จิตวิญญาณและสิ่งที่จำเป็นในวิชาคณิตศาสตร์ (Contreras, 2005)

แต่จากผลการประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ของนักเรียนร่วมกับนานาชาติในโครงการ PISA 2015 (The Programme for International Student Assessment) พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) นอกจากนี้ ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test : O-NET) ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน ในจังหวัดนนทบุรี ในช่วงระยะปีการศึกษา 2562 - 2564 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีผลการทดสอบคณิตศาสตร์ที่ตกต่ำลงและผลการทดสอบในแต่ละปีการศึกษาก็มีคะแนนโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่ไม่ผ่านครึ่งของคะแนนเต็ม (โรงเรียนญามีอุลลอควาน, 2564) จากผลการประเมินดังกล่าว สะท้อนให้เห็นว่าการศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนยังขาดความรู้และทักษะที่จำเป็น เช่น ทักษะการแก้ปัญหาหรือทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งทักษะดังกล่าวเป็นพื้นฐานที่ควรปลูกฝังให้ผู้เรียนตั้งแต่ต้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปปรับใช้กับชีวิตประจำวันได้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์มาก เพราะช่วยทำให้นักเรียนเป็นคนมีความรู้ มีเหตุผล มีความคิด มีทักษะต่าง ๆ และรู้จักการเชื่อมโยงความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหา (ธีรพล พากเพียรกิจ, 2558) ในปัจจุบันการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มุ่งเน้นที่การคิดวิเคราะห์ปัญหา การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ และการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของสิ่งที่คิดได้ นักเรียนจะได้ใช้ความรู้ความสามารถที่มีอยู่ลงมือแก้ปัญหา อันจะเป็นการเรียนรู้จากกระบวนการทำงานและเกิดเป็นประสบการณ์อย่างหนึ่ง ซึ่งจะกลายเป็นความชำนาญหรือทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในโอกาสต่อไป (อัมพร ม้าคนอง, 2554) ซึ่งการพัฒนาทักษะดังกล่าวในระดับชั้นก่อนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

และนอกจากนี้การจัดการศึกษาในประเทศไทย ส่วนใหญ่ในห้องเรียนจะจัดนักเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในห้องเรียนเดียวกัน ส่งผลให้การเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคลนั้นเป็นไปในลักษณะที่ไม่เท่ากัน กล่าวคือ นักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับเก่ง จะมีผลการเรียนที่ดี และการเข้าใจในเนื้อหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลางจนถึงอ่อน และด้วยปัจจัยในเรื่องของเวลาการสอนทำให้ครูผู้สอนอาจไม่สามารถที่จะมาใช้เวลากับการดูแลนักเรียนกลุ่มนี้มากนัก ซึ่งเป็นความยากลำบากในการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนจึงส่งผลให้ผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มนี้ออกมาในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจนัก ผู้วิจัยจึงได้ศึกษารูปแบบการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนานักเรียนในห้องเรียนที่มีนักเรียนคละความสามารถ ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ได้ผลและเหมาะสมกับการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์คือ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ซึ่งการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้เป็นแนวคิดของ Robert Slavin (ทีศนา แคมมณี, 2564) และมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบร่วมมือซึ่งส่งผลดีต่อผู้เรียนตรงกันในด้านต่าง ๆ กล่าวคือ ช่วยให้ผู้เรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้เรียนมีความสัมพันธ์ระหว่างกันดีขึ้น มีน้ำใจนักกีฬา ใส่ใจผู้อื่นมากขึ้น ซึ่งเป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่างกัน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณกลุ่มละ 4 – 5 คน ครูจะเป็นผู้เลือกใช้วิธีสอนตามความเหมาะสมกับเนื้อหา หลังจากครูสอนเนื้อหาแล้วแต่ละกลุ่มจะได้รับบัตรงานเพื่อนำไปศึกษาร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซักถามภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม ผู้ที่เข้าใจดีแล้วต้องอธิบายให้ความช่วยเหลือสมาชิกที่ยังไม่เข้าใจ แต่เวลาสอบต่างคนต่างสอบ คะแนนสอบที่นักเรียนทำได้จะนำมาพิจารณาเป็นคะแนนพื้นฐานของแต่ละคน คะแนนพัฒนาของแต่ละคนและคะแนนกลุ่ม รูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวจึงเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับห้องเรียนในปัจจุบัน

ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในชั้นเรียนร่วมกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน และครูผู้สอน การเรียนรู้แบบร่วมมือจึงแบ่งประเภทออกได้หลายวิธีซึ่งหนึ่งในนั้นคือวิธีการแบ่งกลุ่มตามสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน (STAD) ซึ่งมีชื่อเต็มว่า Student Teams Achievement Divisions เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมืออีกรูปแบบหนึ่งคล้ายกันกับเทคนิค TGT ที่แบ่งผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกันกลุ่มละประมาณ 4 - 5 คนโดยกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มได้เรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้วทำการทดลอง ความรู้คะแนนที่ได้จากการทดสอบของสมาชิกแต่ละคนนำเอามา

บวกเป็นคะแนนรวมของทีมผู้สอนจะต้องใช้เทคนิคการเสริมแรงเช่น ให้รางวัล คำชมเชย เป็นต้น ดังนั้นสมาชิกของกลุ่มจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2547) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มซึ่งมาจากการแบ่งกลุ่มที่ละความสามารถของผู้เรียน แต่การวัดและประเมินผลจะวัดจากคะแนนของกลุ่มก่อนที่จะมีการวัดและประเมินผลเป็นรายบุคคล ผลการทดสอบของนักเรียนจะแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนแรกจะพิจารณาค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ตอนที่ 2 จะพิจารณาคะแนนทดสอบเป็นรายบุคคล (วรารักษ์ สุวรรณวงศ์, 2545) การเรียนรู้ในรูปแบบนี้ จึงเป็นการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกกดดันจนเกินไป เนื่องจากมีเพื่อนร่วมกลุ่มคอยให้คำปรึกษา คอยชี้แนะ และสนับสนุน ช่วยเหลือกัน นอกจากนี้เทคนิคนี้ยังส่งผลให้นักเรียนที่เก่งได้ทบทวนความรู้ ความเข้าใจของตนเอง ก่อนที่ต้องนำไปสอนเพื่อนที่อยู่ในระดับปานกลางจนถึงระดับต่ำ

ยุคศตวรรษที่ 21 นี้ นอกจากทักษะทางคณิตศาสตร์แล้ว ยังมีทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี เนื่องด้วยในปัจจุบันมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางสื่อและเทคโนโลยีมากมาย ผู้เรียนจึงต้องมีความสามารถในการแสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและปฏิบัติงานได้หลากหลาย โดยอาศัยความรู้ในหลายด้าน ดังนี้ ความรู้ด้านสารสนเทศ, ความรู้เกี่ยวกับสื่อ และ ความรู้ด้านเทคโนโลยี (ประพัฒศิริ อินทธีรา, ม.ป.ป.) ทางนักพัฒนาแอปพลิเคชันได้ผลิตแอปพลิเคชันที่นำมาใช้ในการศึกษาออกสู่ท้องตลาดอย่างมากมาย เพื่อรองรับการศึกษาในปัจจุบันที่นิยมนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน ทำให้ทักษะด้านสารสนเทศเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีในศตวรรษที่ 21 และกล่าวได้ว่า ในศตวรรษที่ 21 นี้เป็นยุคที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน ทำให้การเรียนการสอนมีการนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องในรูปแบบของสื่อต่าง ๆ ทั้งวีดิทัศน์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมไปถึงแอปพลิเคชัน โดยการใช้สื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาสื่อการสอนในรูปแบบแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน หรือแท็บเล็ต โดยเป็นอีกช่องทางที่ทำให้การเรียนรู้นี้ไม่จำกัดอยู่แต่ภายในห้องเรียน อีกทั้งยังสะดวกสามารถทบทวนบทเรียนได้ทุกที่ตามต้องการ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้สื่อการเรียนรู้อันเหมาะสมแก่บุคคลเหล่านี้ (กรกนก คลังบุญครอง, 2555) ซึ่งในปัจจุบันกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนการสอน เพราะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างดี ผู้เรียนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลา และส่งเสริมให้การสอนของครูผู้สอนไม่เกิดความเบื่อหน่ายต่อผู้เรียน เนื่องจากการใช้สื่อ ใช้อุปกรณ์ หรือเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ เข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนการสอนในชั้นเรียน

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาเกี่ยวกับการสอนวิชาคณิตศาสตร์และอยากพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้แก่แก่นักเรียน จึงมีความสนใจที่ทำการวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ อันจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

1.4.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.4.5 พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน ศึกษาธิการจังหวัดนนทบุรี ในจังหวัดนนทบุรี ที่เปิดสอนในรูปแบบสอนศาสนาอิสลามควบคู่สามัญ จำนวน 3 โรงเรียน จำนวน 408 คน

1.5.1.2 ตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนญามีอัลอิควาน มีนักเรียน 47 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

1.5.2 ตัวแปร

1.5.2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน

1.5.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

1.5.3 เนื้อหา

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ฟังก์ชัน ประกอบด้วย

1.5.3.1 เรื่องฟังก์ชันเชิงเส้น

1.5.3.2 เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง

1.5.3.3 เรื่องฟังก์ชันขั้นบันได

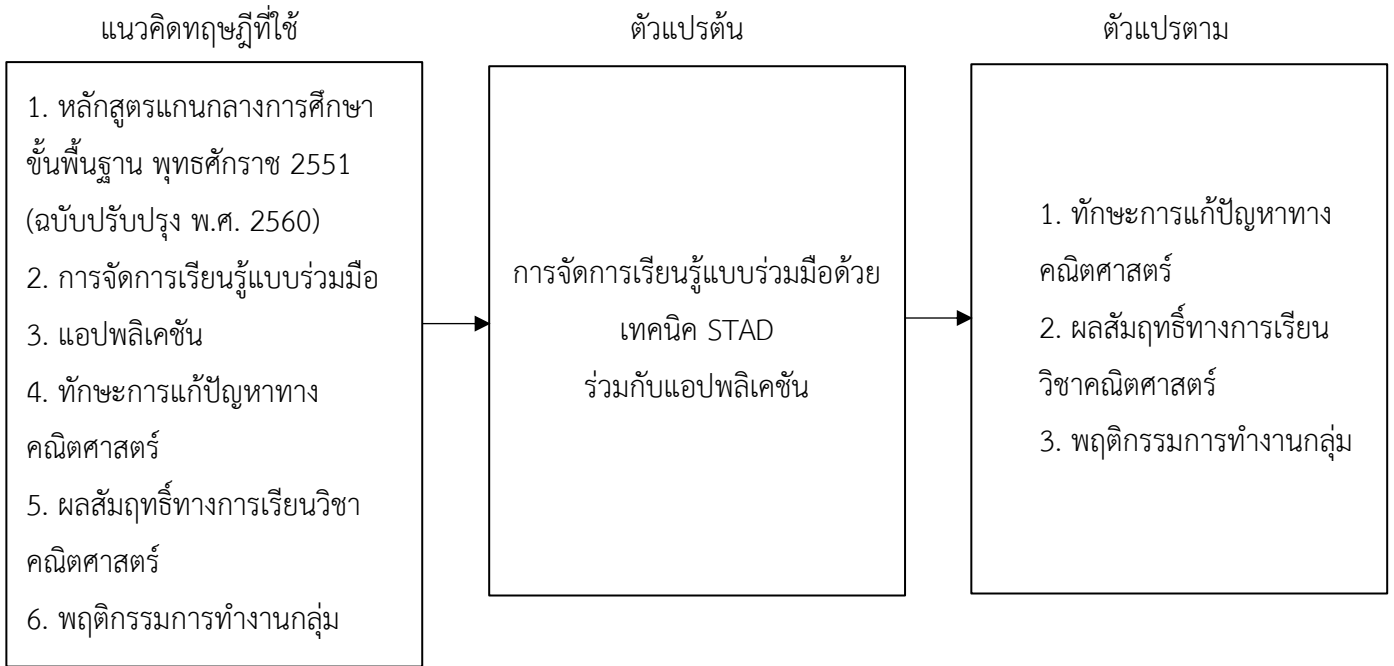
1.5.3.4 เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

1.5.4 ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย ได้แก่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยทดลองจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง เป็นเวลา 16 ชั่วโมง จำนวน 4 สัปดาห์

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยไว้ดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ โดยจะกำหนดให้นักเรียนจับกลุ่มกันในชั้นเรียน 3 - 4 คน ภายในกลุ่มจะคละตามความสามารถของนักเรียน โดยประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน มีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 จัดกลุ่ม เป็นการจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน โดยภายในกลุ่มคละความสามารถของนักเรียนประกอบด้วยนักเรียนที่เรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยดูจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นเรียนเป็นหลัก เมื่อให้นักเรียนจับกลุ่มแล้ว ครูผู้สอนมีการวาง กฎ กติกาและกำชับให้นักเรียนต้องรับผิดชอบและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ซึ่งผลคะแนนการทดสอบจะมีผลต่อการพิจารณาคะแนนของกลุ่ม

ขั้นที่ 2 นำเสนอบทเรียน เป็นการสอนเนื้อหาให้กับนักเรียนแต่ละคน โดยทุกกลุ่มได้รับการสอนเนื้อหาเหมือนกันทั้งหมด และให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบฝึกหัด โดยสมาชิกภายในกลุ่มจะร่วมกันลงมือแก้โจทย์ปัญหา และมีการพูดคุยให้คำปรึกษาร่วมกันภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ชั้นทดสอบ หลังจากการจัดการเรียนการสอนผ่านพ้นไปแล้ว นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล เพื่อวัดความรู้และความเข้าใจในบทเรียนและไม่อนุญาตให้ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม หรือภายในชั้นเรียน ซึ่งเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว ครูผู้สอนจะต้องมีการจัดทำคะแนนการพัฒนา ทั้งรายสมาชิกและรายกลุ่มด้วย

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ เป็นการตรวจคำตอบของนักเรียนทุกคนเพื่อนำคะแนนมาเก็บเป็นคะแนนกลุ่ม และคะแนนพัฒนาการของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ประกาศรางวัล เป็นการประกาศผลงานของกลุ่มที่ได้คะแนนสูง เพื่อรับรองและยกย่องชมเชยในรูปแบบต่าง ๆ ให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้รับรู้

แอปพลิเคชัน หมายถึง โปรแกรมหรือกลุ่มของโปรแกรมที่ออกแบบมาช่วยให้สามารถทำสิ่งต่าง ๆ ได้สะดวกมากขึ้น และยังออกแบบมาเพื่อให้สามารถพกพาไปได้ทุกที่ ซึ่งแอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ประกอบด้วย แอปพลิเคชัน Quizizz และ GeoGebra

- Quizizz หมายถึง แอปพลิเคชัน Quizizz นำมาใช้เพื่อประเมินความรู้ก่อนเรียน และสร้างความน่าสนใจในเนื้อหาให้แก่นักเรียน โดยนำมาใช้ในขั้นที่ 2 ของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ซึ่งเป็นนำเสนอบทเรียน และขั้นที่ 3 ของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ซึ่งเป็นขั้นทดสอบ

- GeoGebra หมายถึง แอปพลิเคชัน GeoGebra นำมาใช้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น โดยนำมาใช้ในขั้นที่ 2 ของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ซึ่งเป็นขั้นนำเสนอบทเรียน

การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และนำแอปพลิเคชันเข้ามาช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 จัดกลุ่ม เป็นการจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน โดยภายในกลุ่มละความสามารถของนักเรียนประกอบด้วยนักเรียนที่เรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยดูจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นเรียนเป็นหลัก เมื่อให้นักเรียนจับกลุ่มแล้ว ครูผู้สอนมีการวาง กฎ กติกาและกำชับให้นักเรียนต้องรับผิดชอบและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ซึ่งผลคะแนนการทดสอบจะมีผลต่อการพิจารณาคะแนนของกลุ่ม

ขั้นที่ 2 นำเสนอบทเรียน เป็นการสอนเนื้อหาให้กับนักเรียนแต่ละคน โดยทุกกลุ่มได้รับการสอนเนื้อหาเหมือนกันทั้งหมด และให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบฝึกหัด โดยสมาชิกภายในกลุ่มจะร่วมกันลงมือแก้โจทย์ปัญหา และมีการพูดคุยให้คำปรึกษาร่วมกันภายในกลุ่ม และมีการนำแอปพลิเคชันเข้ามาใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน ได้แก่

(1) การนำเข้าสู่บทเรียนและทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แอปพลิเคชัน Quizizz เพื่อประเมินความรู้ก่อนเรียน และสร้างความน่าสนใจในเนื้อหาให้แก่นักเรียน

(2) สอนเนื้อหาให้แก่ นักเรียน โดยใช้แอปพลิเคชัน GeoGebra เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัดผ่านการใช้แอปพลิเคชัน GeoGebra และปรึกษาพูดคุยกันภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบ หลังจากการจัดการเรียนการสอนผ่านพ้นไปแล้ว นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคลผ่านแอปพลิเคชัน Quizizz เพื่อวัดความรู้และความเข้าใจในบทเรียนและไม่อนุญาตให้ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม หรือภายในชั้นเรียน ซึ่งเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว ครูผู้สอนจะต้องมีการจัดทำคะแนนการพัฒนา ทั้งรายสมาชิกและรายกลุ่มด้วย

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ เป็นการตรวจคำตอบของนักเรียนทุกคนเพื่อนำคะแนนมาเก็บเป็นคะแนนกลุ่ม และคะแนนพัฒนาการของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ประกาศรางวัล เป็นการประกาศผลงานของกลุ่มที่ได้คะแนนสูง เพื่อรับรองและยกย่อง ชมเชยในรูปแบบต่าง ๆ ให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้รับรู้

ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบ คำตอบ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อสอบแบบ อัตนัย จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 8 คะแนน รวมเป็น 32 คะแนน โดยตรวจให้คะแนนโดยกำหนดเกณฑ์การให้ คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบ Scoring rubrics

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนความสามารถทางการเรียนในรายวิชา คณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ฟังก์ชัน ครอบคลุมระดับพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูมที่ปรับเปลี่ยนในด้านการจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการวิเคราะห์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัย สร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง ค่าเป้าหมายของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนต้องมีคะแนนไม่น้อยกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบ วัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนำมาจาก เกณฑ์การตัดสินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หมายถึง การทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ ผ่านการทำงาน ของ สมาชิกในกลุ่มที่มีวัตถุประสงค์ร่วมกัน และเกิดปฏิสัมพันธ์ มนุษย์สัมพันธ์ในหลาย ๆ ด้าน จนบรรลุ วัตถุประสงค์ของการทำงานร่วมกัน ประกอบด้วยทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการสื่อสารภายในกลุ่ม ด้านความ ละเอียตรอบคอบในการทำงาน และด้านความรับผิดชอบ เป็นจำนวน 14 ข้อ ซึ่งวัดโดยใช้แบบประเมิน พฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับตามแบบของ ลิเคิร์ต (Likert Scale) ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

1.8 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.8.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ สูงขึ้น

1.8.2 เป็นแนวทางสำหรับครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ในการประยุกต์การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้ แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการเรียน ในระดับชั้นอื่น

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประกอบในการวิจัยและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

- 2.1.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 2.1.2 การใช้เทคโนโลยีในการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
- 2.1.3 หลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.2 การเรียนรู้แบบร่วมมือ

- 2.2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- 2.2.2 องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- 2.2.3 ประเภทของกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- 2.2.4 เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- 2.2.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD

2.3 แอปพลิเคชันในการสอนคณิตศาสตร์

- 2.3.1 การใช้เทคโนโลยีในการสอนคณิตศาสตร์
- 2.3.2 ความหมายของแอปพลิเคชัน
- 2.3.2 คุณลักษณะของแอปพลิเคชัน
- 2.3.4 แอปพลิเคชันสำหรับการสอนคณิตศาสตร์

2.4 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 2.4.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4.2 ประเภทของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4.4 องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4.5 เกณฑ์ในการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 2.5.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.5.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.5.3 ลักษณะของแบบทดสอบ
- 2.5.4 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6 พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

- 2.6.1 ความหมายของการทำงานกลุ่ม
- 2.6.2 องค์ประกอบของความสามารถในการทำงานกลุ่ม
- 2.6.3 พฤติกรรมที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน
- 2.6.4 การวัดและประเมินผลความสามารถในการทำงานกลุ่ม

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 2.7.1 งานวิจัยในประเทศ
- 2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2561) ได้กำหนดหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่กำหนดเป้าหมายและจุดเน้นหลายประการที่ผู้สอนควรตระหนักและทำความเข้าใจ ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการเรียนรู้สัมฤทธิ์ผลตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ผู้สอนควรศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องต่อไปนี้

(1) การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

เครือข่าย P21 (Partnership for 21st Century Skills) ได้จำแนกทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ออกเป็น 3 หมวด ได้แก่

(1.1) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ได้แก่ การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (creativity and innovation) การคิดแบบมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (critical thinking and problem-solving) การสื่อสาร (communication) และการร่วมมือ (collaboration)

(1.2) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media, and Technology Skills) ได้แก่การรู้เท่าทันสารสนเทศ (information literacy) การรู้เท่าทันสื่อ (media literacy) การรู้เท่าทันเทคโนโลยีและการสื่อสาร

(1.3) ทักษะชีวิตและอาชีพ (Life and Career Skills) ได้แก่ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว (flexibility and adaptability) มีความคิดริเริ่มและกำกับดูแลตัวเองได้ (initiative and self-direction) ทักษะสังคมและเข้าใจในความต่างระหว่างวัฒนธรรม (social and cross-cultural skills) การเป็นผู้สร้างผลงานหรือผู้ผลิตและมีความรับผิดชอบเชื่อถือได้ (productivity and accountability) และมีภาวะผู้นำ และมีความรับผิดชอบ (leadership and responsibility)

สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ต้องมีการเปลี่ยนแปลงให้เข้ากับสภาพแวดล้อม บริบททางสังคมและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป ผู้สอนต้องออกแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนได้เรียนจากสถานการณ์ในชีวิตจริงและเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีผู้สอนเป็นผู้จุดประกายความสนใจใฝ่รู้ อำนวยความสะดวก และสร้างบรรยากาศให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

2.1.2 การใช้เทคโนโลยีในการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

การสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้เน้นการใช้เทคโนโลยีทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน โดยบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้และเน้นให้เกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

(1) ใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นการศึกษาเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ลึกซึ้งมากขึ้นและเน้นการนำไปประยุกต์ในชีวิตจริง ดังนั้นการนำ เทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนจะช่วยลดเวลา ลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น และเพิ่มเวลาในการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายของการเรียน เช่น

(1.1) สถิติ เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณและมีการใช้ข้อมูลเชิงปริมาณเป็นจำนวนมาก หากผู้สอนนำเทคโนโลยีมาประกอบการเรียนรู้ เช่น Spreadsheet หรือ GeoGebra จะช่วยลดเวลาในการคำนวณ และลดขั้นตอนการคำนวณ ทำให้ผู้เรียนมีเวลาในการคิดวิเคราะห์ พิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และมุ่งเน้นการนำค่าสถิติไปใช้ในการแปลความหมายของข้อมูลได้มากขึ้น

(1.2) ฟังก์ชันและกราฟ การคำนวณเกี่ยวกับฟังก์ชันและการเขียนกราฟด้วยมือนั้นใช้เวลาค่อนข้างมากและไม่ใช่ว่าจุดเน้นของการเรียน หากผู้สอนใช้เทคโนโลยีช่วยในการเขียนกราฟ เขียนตารางเขียนรูปภาพต่าง ๆ เช่น The Geometer's Sketchpad (GSP) หรือ GeoGebra จะทำให้สามารถจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจกับแนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจตั้งข้อสังเกต และคาดการณ์

(2) ใช้เทคโนโลยีเป็นแหล่งการเรียนรู้ โลกการศึกษาปัจจุบันมีแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการเรียนการสอนมากมายไม่ได้มีเฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ

ทั้งที่เกี่ยวกับเนื้อหาและการประยุกต์ได้ในอินเทอร์เน็ตหรือแหล่งเรียนรู้อื่น เช่น เว็บไซต์ต่าง ๆ สารานุกรมออนไลน์ หรือ หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) เป็นต้น ซึ่งผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น ผู้สอนควรนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง และนำข้อมูลที่ได้มา ใช้ประโยชน์โดยผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล

(3) ใช้เทคโนโลยีในการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารจะทำให้การสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิผลมากขึ้นและเป็นประโยชน์ในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ทั้งในห้องเรียน และ นอกห้องเรียน เช่น การนำเทคโนโลยีมาช่วยในการนำเสนอข้อมูล ส่งงาน ส่งการบ้าน หรือเป็นช่องทางการสอนแบบไม่เป็นทางการนอกห้องเรียน เป็นต้น

สามารถสรุปได้ว่า การใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในเรื่องรายวิชา ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหา และลดระยะเวลาในการเรียนรู้ได้มากขึ้น และยังเป็นแหล่งการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ ทุกเวลา

2.1.3 หลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนด คำอธิบายรายวิชา สาระมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไว้ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการสมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ม.5/1 เข้าใจความหมายและใช้สมบัติเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน และการไม่เท่ากันของจำนวนจริงในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ม.5/1 ใช้ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชันอธิบายสถานการณ์ที่กำหนด

ตัวชี้วัด ม.5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตัวชี้วัด ม.5/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับดอกเบี้ย และ มูลค่าของเงินในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยใช้สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้ ตัวชี้วัด ม.5/1 ใช้ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชันอธิบายสถานการณ์ที่กำหนด หน่วยการเรียนรู้เรื่องฟังก์ชัน และยังใช้เทคโนโลยีช่วยในการเขียนกราฟ ด้วยโปรแกรม GeoGebra ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจตั้งข้อสังเกต และคาดการณ์

2.2 การเรียนรู้แบบร่วมมือ

2.2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

Slavin (1995) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการสอนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้สอนกับทุกวิชาและทุกระดับชั้น โดยนักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ที่คละความสามารถ เพื่อร่วมกันศึกษาเนื้อหาที่ครูนำเสนอ นักเรียนในกลุ่มทุกคนมีความรับผิดชอบต่อผลสัมฤทธิ์ของกลุ่ม จึงทำให้นักเรียนช่วยเหลือพึ่งพากัน และสมาชิกในกลุ่มจะได้รับรางวัลร่วมกัน เมื่อกลุ่มทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ทิสนา แคมมณี (2564) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยโดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 3 – 6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม

ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ยึดหลักให้ผู้เรียนช่วยกัน เรียนรู้โดยพึ่งพากัน มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ใช้ทักษะทางสังคมในการทำงานร่วมกัน มีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานกลุ่มและมีการตรวจสอบผลการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2547) ได้ให้ความหมายว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมืออีกรูปแบบหนึ่งคล้ายกันกับเทคนิค TGT ที่แบ่งผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกันกลุ่มละประมาณ 4-5 คนโดยกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มได้เรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้วทำการทดสอบความรู้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบของสมาชิกแต่ละคนนำมาเอามาบวกเป็นคะแนนรวมของทีม ผู้สอนจะต้องใช้เทคนิคการเสริมแรง เช่น ให้รางวัลคำชมเชย เป็นต้น ดังนั้นสมาชิกของกลุ่มจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

ฉันทพัฒน์ อุตตะมา (2556) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ STAD หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมืออีกรูปแบบหนึ่ง ที่มีชื่อเต็มว่า Student Teams Achievement Divisions เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งกำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ซึ่งประกอบด้วย นักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน นักเรียนที่เรียนปานกลาง 2-3 คน และนักเรียนที่เรียนอ่อน 1 คน

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย โดยแบ่งผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ซึ่งประกอบด้วย นักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน นักเรียนที่เรียนปานกลาง 2-3 คน และนักเรียนที่เรียนอ่อน 1 คน เพื่อทำงานด้วยกัน สมาชิกกลุ่มต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกันแต่การสอบต่างคนต่างทำ โดยกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มได้เรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้ว

2.2.2 องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

Johnson et al. (1994, อ้างถึงใน ทิสนา แคมมณี, 2564) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ ไม่เพียงแต่เป็นการแบ่งกลุ่มให้นักเรียนช่วยกันทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ประสบความสำเร็จเท่านั้น การเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีองค์ประกอบสำคัญครบ 5 ประการดังนี้

(1) การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน (Positive Interdependence) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือ จะต้องตระหนักว่า สมาชิกกลุ่มทุกคนมีความสำคัญ และความสำเร็จของกลุ่มขึ้นกับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ในขณะที่เดียวกันสมาชิกแต่ละคนประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จ ความสำเร็จของบุคคล และของกลุ่มขึ้นอยู่กับกันและกัน ดังนั้นแต่ละคนต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตนและในขณะเดียวกันก็ช่วยเหลือสมาชิกคนอื่นๆ ด้วย เพื่อประโยชน์ร่วมกัน การจัดกลุ่มเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกันนี้ทำได้หลายทาง เช่น การให้ผู้เรียนมีเป้าหมายเดียวกัน หรือให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการทำงาน/ การเรียนรู้ร่วมกัน (Positive Goal Interdependence) การให้รางวัลตามผลงานของกลุ่ม (Positive Reward Interdependence) การมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำงานร่วมกันให้แต่ละคน (Positive Role Interdependence)

(2) การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด (Face-to-face promotive interaction) การที่สมาชิกในกลุ่มมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกัน เป็นปัจจัยที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในทางที่จะ ช่วยให้กลุ่มบรรลุเป้าหมาย สมาชิกกลุ่มจะห่วงใย ไว้วางใจ ส่งเสริมและช่วยเหลือกันและกันในการทำงานต่างๆ ร่วมกัน ส่งผลให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน

(3) ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (Individual Accountability) สมาชิกในกลุ่มการเรียนรู้ทุกคนจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ และพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ ไม่มีใครที่จะได้รับประโยชน์โดยไม่ทำหน้าที่ของตน ดังนั้นในกลุ่มจึงจำเป็นต้องมีระบบการตรวจสอบผลงาน ทั้งที่เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม วิธีการที่สามารถส่งเสริมให้ทุกคนได้ทำหน้าที่ของตนอย่างเต็มที่มีหลายวิธี เช่น การจัดกลุ่มให้เล็กเพื่อจะได้มีการเอาใจใส่กันและกันได้อย่างทั่วถึง การทดสอบเป็นรายบุคคล การสุ่มเรียกชื่อให้รายงาน ครูสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในกลุ่ม การจัดให้กลุ่มมีผู้สังเกตการณ์ การให้ผู้เรียนสอนกัน และกัน เป็นต้น

(4) การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and Small-group skills) การเรียนรู้แบบร่วมมือจะประสบความสำเร็จได้ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญ ๆ หลายประการ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร และทักษะการแก้ปัญหาขัดแย้ง รวมทั้งการเคารพ ยอมรับ และไว้วางใจกันและกัน ซึ่งครูควรสอนและฝึกให้แก่ผู้เรียนเพื่อช่วยให้ดำเนินงานไปได้

(5) การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (Group Processing) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของกลุ่ม เพื่อช่วยให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้และปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มครอบคลุมการวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการทำงานของกลุ่ม พฤติกรรมของสมาชิกกลุ่มและผลงานของกลุ่ม การวิเคราะห์การเรียนรู้นี้อาจทำโดยครู หรือผู้เรียน หรือทั้งสองฝ่าย การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มนี้เป็นยุทธวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้กลุ่มตั้งใจทำงาน เพราะรู้ว่าจะได้รับข้อมูลป้อนกลับ และช่วยฝึกทักษะการรู้คิด (Metacognition) คือสามารถที่จะประเมินการคิดและพฤติกรรมของตนที่ได้ทำไป

จากองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือนี้ประกอบไปด้วย การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด ความรับผิดชอบที่สามารถตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย และการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม ที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียนจากการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2.2.3 ประเภทของกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ทิตนา แชมมณี (2564) กล่าวว่า กลุ่มการเรียนรู้ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปมี 3 ประเภท คือ

(1) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ (formal cooperative learning groups) กลุ่มประเภทนี้ ครูจัดขึ้นโดยการวางแผน จัดระเบียบ กฎเกณฑ์ วิธีการ และเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันเรียนรู้สาระต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจเป็นหลาย ๆ ชั่วโมงติดต่อกันหรือหลายสัปดาห์ติดต่อกัน จนกระทั่งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และบรรลุจุดมุ่งหมายตามที่กำหนด

(2) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ (informal cooperative learning groups) กลุ่มประเภทนี้ครูจัดขึ้นเฉพาะกิจเป็นครั้งคราว โดยสอดแทรกอยู่ในการสอนปกติอื่น ๆ โดยเฉพาะการสอนแบบบรรยาย ครูสามารถจัดกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือสอดแทรกเข้าไปเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจหรือใช้ความคิดเป็นพิเศษในสาระบางจุด

(3) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ (cooperative base groups) กลุ่มประเภทนี้เป็นกลุ่มการเรียนรู้ที่สมาชิกกลุ่มมีประสบการณ์การทำงาน/การเรียนรู้ร่วมกันมานานจนกระทั่งเกิดสัมพันธภาพที่แน่นแฟ้น สมาชิกกลุ่มมีความผูกพัน ห่วงใย ช่วยเหลือกันและกันอย่างต่อเนื่อง

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ประเภทของกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้ กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ และกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างถาวร ซึ่งการแบ่งกลุ่มแต่ละประเภทนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของครูผู้สอน และจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน

2.2.4 เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ชนาธิป พรกุล (2557) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือว่ามีเทคนิคของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่สามารถเลือกใช้ให้เหมาะกับจุดประสงค์ เนื้อหา และผู้เรียน มีดังนี้

(1) เทคนิค STAD (Student team-achievement division) เป็นเทคนิคที่จัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ที่มีความสามารถต่างกัน มีเพศ และเชื้อชาติต่างกัน กระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ครูนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class presentation) จากนั้นนักเรียนภายในกลุ่ม (Team) ร่วมกันศึกษาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด ตลอดถึงกระบวนการต่าง ๆ ที่ครูนำเสนอจนมั่นใจว่าทุกคนเข้าใจ และมีความชำนาญในเรื่องนั้น จึงทำการทดสอบ (Quizzes) เป็นรายบุคคลครูตรวจและนำคะแนนของแต่ละคนไปหาคะแนนความก้าวหน้า (Individual improvement score) โดยเทียบกับคะแนนฐาน (Based score) ของแต่ละคน นำคะแนนความก้าวหน้าของแต่ละคนไปหาคะแนนกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จะได้รับรางวัลเพื่อเป็นการชมเชยผลงานกลุ่ม (Team recognition)

(2) เทคนิค TGT (Team-games-tournaments) เป็นเทคนิคแรกของการเรียนรู้แบบร่วมมือของมหาวิทยาลัย Johns Hopkins ซึ่ง De Vries and Edwards เป็นผู้พัฒนา มีกระบวนการจัดการเรียนรู้คล้ายกับวิธี STAD แต่วิธี TGT จะใช้การเล่นเกมนทางวิชาการรายสัปดาห์แทนการทดสอบรายบุคคลโดยที่นักเรียนของแต่ละกลุ่มจะต้องแข่งขันกัน เพื่อนำคะแนนมาให้กลุ่มของตน นักเรียนจะเล่นเกมอยู่ที่โต๊ะการแข่งขัน (Tournament tables) กับนักเรียนกลุ่มอื่นที่มีศักยภาพเท่าเทียมกัน ในการเล่นเกมต้องให้ความเป็นธรรมกับทุกคน และทุกคนมีโอกาสได้ตอบคำถามเป็นคนแรกเท่า ๆ กัน ผู้ที่ได้คะแนนสูงสุดของแต่ละโต๊ะการแข่งขัน ทำคะแนนให้กลุ่มของตน กลุ่มใดได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้จะได้รับรางวัล

(3) เทคนิคจิ๊กซอว์สอง JIGSAW II เป็นเทคนิคที่ดัดแปลงมาจากวิธี JIGSAW ที่ Aronson พัฒนาขึ้นในปี 1978 หลังจากนั้นสลาวิน ได้นำแนวคิดดังกล่าวมาขยายเพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ กระบวนการจัดการเรียนรู้คล้ายกับ เทคนิค STAD และเทคนิค TGT คือจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน แต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกัน จากนั้นมอบหมายให้ไปศึกษาเนื้อหา ซึ่งส่วนมากจะเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการบรรยายเช่น วิชาสังคมศึกษา วิชาวรรณคดี บางส่วนของวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งวิชาอื่น ๆ ที่เน้นการพัฒนาความรู้ความเข้าใจ มากกว่าพัฒนาทักษะโดยสมาชิกของกลุ่มแต่ละคนจะถูกมอบหมายให้เป็นผู้เชี่ยวชาญ (Expert) ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งของเนื้อหาตามที่ครูต้องการจากนั้นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ศึกษามาของตนเองถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มของตน และสุดท้ายทุกคนต้องทดสอบและนำคะแนนมาหาคะแนนพัฒนาการของแต่ละคน คะแนนกลุ่ม และให้รางวัลกลุ่ม เช่นเดียวกับเทคนิค STAD

(4) เทคนิค TAI (Team accelerated instruction) เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิค STAD และเทคนิค TGT คือ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่คละความสามารถและมีการให้รางวัลกลุ่มที่ประสบผลสำเร็จเหมือนกัน แต่เทคนิค TAI ต่างจากเทคนิค STAD และเทคนิค TGT ตรงที่ว่า ไม่ได้ใช้เพียงแต่การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเดียวแต่ยังใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือผสมผสานกับการเรียนรู้แบบอัตโนมัติ (Individualized instruction) นอกจากนั้น เทคนิค STAD และเทคนิค TGT ยังสามารถประยุกต์ใช้ทุกวิชาและทุกระดับชั้น ส่วนเทคนิค TAI ถูกออกแบบให้สอนเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์และเหมาะสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงปีที่ 6 การแบ่งกลุ่มนักเรียนต้องอิงใส่คะแนนทดสอบวัดระดับ (Placement test) จากนั้นนักเรียนจะได้ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามความสามารถของตน การจัดการเรียนรู้ตามวิธีนี้ โดยทั่วไปแล้วสมาชิกกลุ่มแต่ละคนจะศึกษาเนื้อหาในระดับความยากง่ายตามความสามารถของแต่ละคน ซึ่งครูจะต้องเตรียมมาให้แก่นักเรียนแต่ละคน นักเรียนศึกษาเนื้อหาแล้วทำแบบทดสอบย่อยจากนั้นให้เพื่อนเป็นผู้ตรวจสอบตามแบบเฉลย ถ้านักเรียนคนไหนยังไม่สามารถทำ แบบฝึกหัดได้ตามที่ครูกำหนด จะต้องได้ศึกษาเนื้อหานั้นด้วยตนเอง หรือถามเพื่อน หรือให้ครูช่วยอธิบายแล้วทำแบบทดสอบย่อยอีกครั้งจนกว่าจะผ่าน จึงสามารถศึกษาเนื้อหาต่อไป ครูนำคะแนนของแต่ละคนไปหาคะแนนของกลุ่ม ถ้ากลุ่มใดได้คะแนนผ่านเกณฑ์จะได้รับรางวัล

(5) เทคนิค CIRC (Cooperative integrated reading and composition) เป็นวิธีที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สอนการอ่าน และการเขียน ในชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และชั้นมัธยมศึกษาโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น

กลุ่ม ที่ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านในระดับต่างกัน นักเรียนแต่ละกลุ่ม จะทำงานเป็นคู่ ผลัดกันอ่านเรื่อง คาคณะเนวิธีการแก้ปัญหา สรุปเรื่อง เขียนบรรยายเกี่ยวกับเรื่อง การฝึกเขียน การถอดรหัส และการเรียนคำศัพท์ เป็นต้น นอกจากนี้ นักเรียนยังทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อหาใจความหลัก และทักษะต่างๆ ในเนื้อเรื่องอีกด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ตามเทคนิค CIRC โดยทั่วไปแล้ว จะประกอบด้วยผู้เรียนที่ปฏิบัติตามคำแนะนำต่างๆจากครู การทำงานเป็นกลุ่ม การประเมินก่อนการทดสอบ การทดสอบเป็นรายบุคคล และการให้รางวัลกลุ่ม

(6) เทคนิค GI (Group investigation) วิธีนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Shlomo และ Sharan จากมหาวิทยาลัย Tel Aviv เป็นวิธีที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนช่วยกันสืบค้นข้อมูลมาใช้ในการเรียนรู้ร่วมกัน สำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ จัดให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยสมาชิกกลุ่มละ 2-6 คนจากนั้น แต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา แล้วกำหนดหัวข้อย่อยให้สมาชิกแต่ละคนไปค้นคว้า จากนั้นแต่ละคนจะรายงานผลการศึกษาภายในกลุ่ม และกลุ่มจะทำการรวบรวมผลการศึกษากลุ่ม แล้วนำเสนอต่อทางชั้นเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลการค้นคว้าของแต่ละกลุ่ม

(7) เทคนิค LT (Learning together) พัฒนาขึ้นโดย Johnson and Johnson จาก มหาวิทยาลัย Minnesota เป็นการจัดการเรียนรู้ที่แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยละความสามารถกลุ่มละ 4-6 คน สมาชิกในแต่ละกลุ่ม ช่วยกันศึกษาตามใบงานที่กำหนดให้ จากนั้นทำรายงานข้อสอบของกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด โดยมีครูตรวจให้คะแนน และให้รางวัลกลุ่มตามผลงานของแต่ละกลุ่ม

(8) เทคนิค Complex instruction พัฒนาโดย Cohen และเพื่อนร่วมงานจากมหาวิทยาลัย Stand Ford เป็นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้โครงงานสืบเสาะหาความรู้โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และสังคมศึกษาชุดนี้ที่สำคัญของ Complex instruction คือการเคารพในความสามารถของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีโครงงานของ Complex instruction ต้องอาศัยบทบาทและทักษะที่หลากหลายและครูผู้สอนต้องรู้จักจุดเด่นและหน้าที่ความรับผิดชอบที่เหมาะสมของนักเรียนแต่ละคนที่สามารถช่วยทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จสูงสุด

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่นิยมนำมาใช้ได้แก่ เทคนิค STAD เทคนิค TGT เทคนิค JIGSAW II เทคนิค TAI เทคนิค CIRC เทคนิค GI เทคนิค LT และเทคนิค Complex instruction ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกนำเทคนิค STAD มาใช้ในการวิจัยเนื่องจากมีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง เนื้อหาในรายวิชาที่สอน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับหลายระดับชั้นเรียน อีกทั้งเทคนิค STAD ยังมีงานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศที่มีความน่าเชื่อถือรองรับผลการวิจัยอีกด้วย

2.2.5 ขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD

Slavin (1978) ได้ลำดับขั้นตอนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสอน ครูดำเนินการสอนเนื้อหา ทักษะหรือวิธีการเกี่ยวกับบทเรียนนั้น ๆ อาจเป็นกิจกรรมที่ครูบรรยายสาธิตใช้สื่อประกอบการสอนหรือให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง

ขั้นที่ 2 ขั้นทบทวนความรู้เป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คน ที่มี ความสามารถทางการเรียนต่างกัน สมาชิกในกลุ่มต้องมีความเข้าใจว่า สมาชิกทุกคนจะต้องทำงานร่วมกันเพื่อช่วยเหลือกันและกัน ในการศึกษาเอกสารและทบทวนความรู้เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการสอบย่อย ครูเน้นให้นักเรียนทำดังนี้

- (1) ต้องให้แน่ใจว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อ
- (2) เมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหา ให้นักเรียนช่วยเหลือกันภายในกลุ่มก่อนที่จะถามครูหรือถามเพื่อนกลุ่มอื่น
- (3) ให้สมาชิกอธิบายเหตุผลของคำตอบของแต่ละคำถามให้ได้ โดยเฉพาะแบบฝึกหัดที่เป็นคำถามปรนัยแบบให้เลือกตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย ครูจัดให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย หลังจากนักเรียนได้เรียน และทบทวนเป็นกลุ่ม เสร็จแล้วนักเรียนทำแบบทดสอบคนเดียวไม่มีการช่วยเหลือกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นหาคะแนนพัฒนาการ คะแนนพัฒนาการเป็นคะแนนที่ได้จากการพิจารณา ความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ต่ำสุดของการทดสอบครั้งก่อนๆ กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบครั้งปัจจุบัน เมื่อได้คะแนนพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคนแล้ว จึงหาคะแนนพัฒนาการของกลุ่มซึ่งได้จากการนำคะแนนพัฒนาการของสมาชิกแต่ละคนมารวมกัน หรือหาค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการ ของสมาชิกทุกคน

ขั้นที่ 5 ขั้นให้รางวัลกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนปรับปรุงตามเกณฑ์ที่กำหนดจะได้รับการชมเชย หรือติดประกาศที่บอร์ดในห้องเรียน

ทศนา แชมมณี (2564) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค STAD ไว้ดังนี้

(1) จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ(เก่ง-กลาง-ปานกลาง) กลุ่มละ 4 คนและเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home Group)

(2) สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา ได้รับเนื้อหาสาระ และศึกษาเนื้อหาสาระนั้นร่วมกัน เนื้อหาสาระนั้นอาจมีหลายตอน ซึ่งผู้เรียนอาจต้องทำแบบทดสอบในแต่ละตอน และเก็บคะแนนของตนไว้

(3) ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบครั้งสุดท้าย ซึ่งเป็นการทดสอบรวบยอดและนำคะแนนของตนไปหาคะแนนพัฒนาการ (Improvement Score) ซึ่งหาได้ดังนี้

คะแนนพื้นฐาน : ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้งที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้

คะแนนที่ได้ : ได้จากการนำคะแนนแบบทดสอบครั้งสุดท้ายลบคะแนนพื้นฐาน

คะแนนพัฒนาการ : ถ้าคะแนนที่ได้ คือ

-11 ขึ้นไป	คะแนนพัฒนาการ = 0
-1 ถึง -10	คะแนนพัฒนาการ = 10
+1 ถึง 10	คะแนนพัฒนาการ = 20
+11 ขึ้นไป	คะแนนพัฒนาการ = 30

(4) สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราแนะนำคะแนนพัฒนาการของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกัน เป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนพัฒนาการกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รางวัล

วัฒนาพร รัชจับทุกซ์ (2542) กล่าวว่า เทคนิคการสอนแบบ STAD หรือ Student Teams Achievement Divisions (STAD) เทคนิคนี้พัฒนาเพิ่มเติมจากเทคนิค TGT แต่จะใช้การทดสอบรายบุคคลแทนการแข่งขัน มีขั้นตอนกิจกรรม ดังนี้

(1) ครูนำเสนอประเด็นเนื้อหาใหม่ โดยอาจนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจ ใช้การสอนโดยตรง หรือตั้งประเด็นให้ผู้เรียนอภิปราย

(2) จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน สมาชิกมีความสามารถคละกัน มีทั้งความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ

(3) แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาทบทวนเนื้อหาที่ครูนำเสนอจนเข้าใจ

(4) ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มทำแบบทดสอบ (Quiz) เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ที่เรียน

(5) ตรวจสอบคำตอบของผู้เรียน นำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

(6) กลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุด (ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากัน ให้ใช้คะแนน เฉลี่ยแทนคะแนนรวม) จะได้รับคำชมเชย โดยอาจติดประกาศไว้ที่บอร์ดหรือป้ายนิเทศของห้องเรียน

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์ขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ที่จะนำมาใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน ของผู้วิจัยได้ทั้งหมด 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 จัดกลุ่ม เป็นการจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน โดยภายในกลุ่มละความสามารถของนักเรียนประกอบด้วยนักเรียนที่เรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยดูจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นเรียนเป็นหลัก เมื่อให้นักเรียนจับกลุ่มแล้ว ครูผู้สอนมีการวาง กฎ กติกาและกำชับให้นักเรียนต้องรับผิดชอบ และช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ซึ่งผลคะแนนการทดสอบจะมีผลต่อการพิจารณาคะแนนของกลุ่ม

ขั้นที่ 2 นำเสนอบทเรียน เป็นการสอนเนื้อหาให้กับนักเรียนแต่ละคน โดยทุกกลุ่มได้รับการสอนเนื้อหาเหมือนกันทั้งหมด และให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบฝึกหัด โดยสมาชิกภายในกลุ่มจะร่วมกันลงมือแก้โจทย์ปัญหา และมีการพูดคุยให้คำปรึกษาร่วมกันภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบ หลังจากการจัดการเรียนการสอนผ่านพ้นไปแล้ว นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคลผ่านแอปพลิเคชัน Quizizz เพื่อวัดความรู้และความเข้าใจในบทเรียนและไม่อนุญาตให้ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม หรือภายในชั้นเรียน ซึ่งเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว ครูผู้สอนจะต้องมีการจัดทำคะแนนการพัฒนา ทั้งรายสมาชิกและรายกลุ่มด้วย

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ เป็นการตรวจคำตอบของนักเรียนทุกคนเพื่อนำคะแนนมาเก็บเป็นคะแนนกลุ่ม และคะแนนพัฒนาการของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ประกาศรางวัล เป็นการประกาศผลงานของกลุ่มที่ได้คะแนนสูง เพื่อรับรองและยกย่องชมเชยในรูปแบบต่าง ๆ ให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้รับรู้

2.3 แอปพลิเคชันในการสอนคณิตศาสตร์

2.3.1 การใช้เทคโนโลยีในการสอนคณิตศาสตร์

วีรศักดิ์ จันทร์สุข (ม.ป.ป.) ได้กล่าวว่า เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ต่างใช้ทักษะการแก้ปัญหาเหมือนกัน และช่วยสนับสนุนซึ่งกันและกัน โดยเทคโนโลยีเข้าไปช่วยทำให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ง่ายและแม่นยำขึ้น เช่น การสร้างเครื่องคิดเลขเพื่อช่วยคำนวณตัวเลข ขณะเดียวกันการสร้างเครื่องคิดเลข ก็จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน คือ การบวก การลบ การคูณ การหาร มาออกแบบโปรแกรม ให้สามารถคำนวณได้ตามต้องการ และกำหนดขนาด รูปร่างพื้นที่การใช้งานของเครื่องคิดเลข อีกทั้งการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการทางเทคโนโลยี ยังจำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้สารสนเทศที่ถูกต้องแม่นยำ

วุฒิชัย ภูติ (2563) ได้กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล เป็นการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงทางสังคมโดยที่มีเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในชีวิตของผู้เรียนเป็นอย่างมากและเป็นการพัฒนาการศึกษาควบคู่กับการพัฒนาประเทศตามนโยบายของรัฐบาลเกี่ยวกับเศรษฐกิจยุคดิจิทัล ครูผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการออกแบบกิจกรรมและอำนวยความสะดวกการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพของตนเองในด้านความรู้ ด้านการสอน ด้านบูรณาการเทคโนโลยี การเป็นนวัตกร การสร้างเครือข่ายทางวิชาชีพ และการยึดมั่นในอาชีพและจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพครู เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ และมีการร่วมมือทำกิจกรรมร่วมกันที่เอื้อต่อการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพของตนเองได้เต็มที่หรือที่เรียกกันว่าการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และนำมาบูรณาการกับโปรแกรมคณิตศาสตร์แบบไดนามิก (Dynamic Mathematics Software: DMS) ซึ่งเป็นเครื่องมือดิจิทัลที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมากและยังสามารถใช้ในการบริหารจัดการชั้นเรียนได้ซึ่งสามารถใช้งานผ่านแท็บเล็ตและสมาร์ตโฟนได้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและเข้าถึงบทเรียนหรือกิจกรรมได้ง่าย

อัญญาณี สุมณ และ อุทิศ บำรุงชีพ (2560) ได้กล่าวว่า การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับใช้พัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ให้ตรงตามยุค 4.0 นั้นสามารถตอบสนองแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ตอบสนองแนวทางการจัดการเรียนรู้แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2574 ได้กล่าวว่า สถานศึกษาทุกระดับสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรอย่างมีคุณภาพ มุ่งพัฒนาผู้เรียน ให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั่นคือ ทักษะการคิด และมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะที่สอดคล้องกับนโยบายยุทธศาสตร์ประเทศไทย 4.0 อีกทั้งผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น โดยวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์มี 4 ขั้นตอนหลัก คือ การระลึกได้ การคิดพื้นฐาน การคิดวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละขั้นสามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการระบบการคิด ทำให้ผลผลิตการตผลึกความคิดออกมาเป็นระบบ จนสรุปเป็นข้อเท็จจริง ครูมีบทบาทในการสร้างชุมชนแห่งความสงสัย ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะช่วยเพิ่ม

ประสิทธิภาพในการคิดทางคณิตศาสตร์สู่การพัฒนาการศึกษาไทยในยุค 4.0 ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้อย่างยั่งยืน

จากการศึกษาการใช้แอปพลิเคชันในการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า การนำแอปพลิเคชันเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์นั้น ส่งผลให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเชิงรุกมากขึ้น ได้ทำกิจกรรมมากขึ้น นอกเหนือจากการทำแบบฝึกหัด นอกจากนี้ยังตอบสนองต่อนโยบายยุทธศาสตร์ของชาติที่สนับสนุนให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 และไทยแลนด์ 4.0 ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยี แอปพลิเคชันมากขึ้น คณิตศาสตร์ก็เช่นกันที่สามารถนำแอปพลิเคชันต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการสอนของครูและสามารถพัฒนาศักยภาพของนักเรียนได้มากยิ่งขึ้น

2.3.2 ความหมายของแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชัน (Application) หรือที่ทุกคนเรียกกันสั้นๆ ว่า App (แอป) คือ โปรแกรมที่อำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ที่ออกแบบมาสำหรับ Mobile (โมบาย) Tablet (แท็บเล็ต) หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ ที่เรารู้จักกัน ซึ่งในแต่ละระบบปฏิบัติการจะมีผู้พัฒนาแอปพลิเคชันขึ้นมามากมายเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งจะมีให้ดาวน์โหลดทั้งฟรีและจ่ายเงิน ทั้งในด้านการศึกษา ด้านการสื่อสารหรือแม้แต่ด้านความบันเทิงต่างๆ เป็นต้น (Mango, ม.ป.ป.)

โปรแกรม หรือชุดคำสั่ง ที่ใช้ควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์เคลื่อนที่และอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ เพื่อให้ทำงานตามคำสั่ง และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ โดยแอปพลิเคชัน (Application) จะต้องมีสิ่งที่เรียกว่า ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface หรือ UI) เพื่อเป็นตัวกลางการใช้งานต่างๆ (ยีนยง กันทะเนตร, ม.ป.ป.)

แอปพลิเคชัน คือโปรแกรม หรือ กลุ่มของโปรแกรม ที่ถูกออกแบบสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต เป็นต้น โดยในปัจจุบันมีการพัฒนาแอปพลิเคชันเกี่ยวกับการศึกษา ออกมามากมาย ซึ่งสามารถช่วยเหลือการสอนของครูทั้งในและนอกชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ได้อีกด้วย รวมถึงทั้งผู้สอนและผู้เรียนสามารถเข้าถึงการใช้แอปพลิเคชันได้ตลอดเวลา (คณะกรรมการการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์, 2562)

จากการศึกษาความหมายของแอปพลิเคชัน พบว่า แอปพลิเคชัน หมายถึง โปรแกรมหรือกลุ่มของโปรแกรมที่ออกแบบมาช่วยให้สามารถทำสิ่งต่าง ๆ ได้สะดวกมากขึ้น และยังออกแบบมาเพื่อให้สามารถพกพาไปได้ทุกที่ โดยในปัจจุบันมีการพัฒนาแอปพลิเคชันออกมามากมาย รวมถึงวงการการศึกษาที่พัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อช่วยเหลือการสอนของครูและพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ อีกด้วย

2.3.3 คุณลักษณะของแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชันที่ทำงานบนโทรศัพท์มือถือ เรียกว่า “โมบายแอปพลิเคชัน” หรือ “Mobile Application” ซึ่งถูกออกแบบให้ใช้งานได้บนสมาร์ตโฟน และแท็บเล็ต มีความรวดเร็ว สะดวก และง่ายต่อการใช้งาน แบ่งคุณลักษณะของโมบายแอปพลิเคชันเป็น 2 ประเภท ดังนี้ (คณะกรรมการการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์, 2562)

(1) แอปพลิเคชันระบบ เป็นส่วนซอฟต์แวร์ระบบที่รองรับการใช้งานของแอปพลิเคชันหรือโปรแกรมต่าง ๆ ได้ ปัจจุบันระบบปฏิบัติการที่นิยมจากค่ายอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่างๆ มีดังนี้

(1.1) Symbian OS จุดเด่นอยู่ที่รูปแบบของส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (UI) ที่ดูเรียบง่าย มีฟังก์ชันการใช้งานพื้นฐานครบ เหมาะสำหรับผู้ที่ชอบความง่ายในการติดตั้งโปรแกรมและลงเพลงต่างๆ และรองรับการใช้งานที่หลากหลาย

(1.2) Windows Mobile พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ ที่ผลิตระบบปฏิบัติการที่รองรับการทำงานของคอมพิวเตอร์มากมาย ได้แก่ Window XP (7) , Windows Vista (8) หรือ Window 10 เป็นต้น ตัวอย่างสมาร์ทโฟนที่ใช้ Windows Mobile ได้แก่ HTC , Acer เป็นต้น

(1.3) BlackBerry OS พัฒนาโดยบริษัท RIM เพื่อรองรับการทำงานของแอปพลิเคชันต่างๆของ BlackBerry โดยตรง จะเน้นการใช้งานทางด้านอีเมลเป็นหลัก ระบบการสนทนาผ่าน BlackBerry Messenger เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องติดต่องานต่างๆผ่านอีเมลและกลุ่มวัยรุ่นที่รักการสนทนาผ่านคอมพิวเตอร์

(1.4) iPhone OS พัฒนาโดยบริษัท Apple เพื่อรองรับการทำงานของแอปพลิเคชันต่างๆ ของ iPhone โดยตรง โดยกลุ่มที่นิยมใช้ iPhone มักจะเป็นผู้ที่ชื่นชอบด้านมัลติมีเดีย

(1.5) Android พัฒนาโดยบริษัท Google เป็นระบบปฏิบัติการล่าสุดที่กำลังเป็นที่นิยม ทั้ง Search Engine , Gmail , Google Docs , Google Maps เป็นต้น มีจุดเด่น คือ เป็น ระบบปฏิบัติการแบบ Open Source ซึ่งทำให้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เหมาะสำหรับผู้ที่ต้อง ใช้งานบริการต่าง ๆ จากทาง Google รวมทั้งต้องการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอยู่ตลอดเวลา

(2) แอปพลิเคชันที่ตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้ใช้ เนื่องจากผู้ที่มีความต้องการใช้แอปพลิเคชันแตกต่างกัน จึงมีผู้ผลิตและพัฒนาแอปพลิเคชันใหม่ๆขึ้นเป็นจำนวนมาก ได้แก่ แอปพลิเคชันในกลุ่มเกม ผู้ผลิตเกมจึงคิดค้นเกมใหม่ๆ ออกสู่ตลาดมากขึ้น ซึ่งผู้เล่นมักนิยมเล่น เกมออนไลน์ รวมทั้งมีการเชื่อมโยงกับกลุ่มเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social Networking) เช่น เกมที่อยู่ใน Twitter หรือ Facebook เป็นต้น

(3) แอปพลิเคชันในกลุ่มเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถปรับข้อมูลให้ทันสมัยตลอดเวลา เช่น ใน Facebook, MySpace เป็นต้น

(4) แอปพลิเคชันในกลุ่มมัลติมีเดีย ได้แก่ เสียงที่เป็นไฟล์ในแบบ mp3 , wav เป็นต้น ภาพนิ่งในรูปแบบ gif , jpg เป็นต้น ภาพเคลื่อนไหว คลิปวิดีโอในรูปแบบ mp4 หรือ avi เป็นต้น

2.3.4 แอปพลิเคชันสำหรับการสอนคณิตศาสตร์

แอปพลิเคชันมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และได้มีการนำแอปพลิเคชันมาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนมากขึ้น ซึ่งช่วยเพิ่มความสะดวก ความสนุกสนานในการเรียนการสอน รวมถึงช่วยให้ผู้สอนกับผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสอนมากขึ้นด้วย สำหรับในการวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แอปพลิเคชัน Quizizz และ GeoGebra ซึ่งมีรายละเอียดในการนำมาใช้ดังนี้

Quizizz เป็นแอปพลิเคชันแบบออนไลน์ซึ่งอยู่บนเว็บไซต์ QUIZIZZ <https://quizizz.com> ที่ช่วยสร้างแบบทดสอบออนไลน์ e-Testing ได้ฟรี ผู้เรียนทำแบบทดสอบผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ Notebook

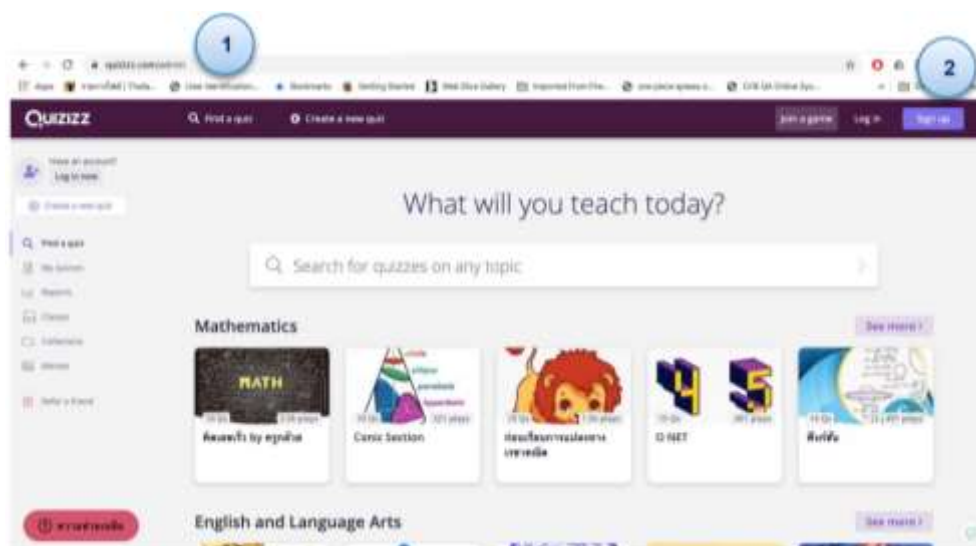
Tablet Smartphone ที่เชื่อมต่อระบบ Internet ผู้เรียนทราบผลการสอบทันที และผู้สอนได้รับรายงาน (Report) ผลการสอบและบันทึกเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ Quizizz เหมาะกับการนำมาประยุกต์ใช้กับการทำข้อสอบก่อนเรียน หลังเรียนเพื่อวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน หรือจัดกิจกรรมการสอบแบบเกมส์เพื่อเพิ่มความสุขสนานในการเรียนได้ อีกทั้งช่วยให้สถาบันการศึกษาประหยัดค่าใช้จ่ายจากการเตรียมสอบ และเป็นการใช้เทคโนโลยีได้อย่างเกิดประโยชน์ ช่วยให้ผู้สอนลดเวลาในการทำข้อสอบและจัดชุดทดสอบ อีกทั้งจะทราบจุดบกพร่องการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละเนื้อหาว่านักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาการเรียนเรื่องใด เพื่อนำมาปรับปรุง แก้ไข กระบวนการจัดการเรียนการสอนได้ดียิ่งขึ้น ในด้านของผู้เรียนเอง ก็จะได้ทราบข้อมูลและประเมินตนเองได้ว่าไม่เข้าใจเนื้อหาตรงส่วนใดเพื่อจะได้กลับไปทบทวน และทำความเข้าใจในเนื้อหานั้นอีกครั้งหนึ่ง เสมือนการสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้ผู้เรียนต้องเตรียมพร้อมในการเรียนอยู่เสมอ

การลงทะเบียนใช้งาน

(1) การสร้างแบบทดสอบออนไลน์ E-Testing เริ่มจากการสมัครสมาชิกโดยเข้าไปที่ เว็บไซต์

<https://quizizz.com>

(2) คลิกที่ปุ่ม sign up



ภาพที่ 2.1 หน้าการเข้าใช้งาน quizizz

ที่มา: คณะกรรมการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์, 2562

(3) ลงทะเบียนด้วยบัญชี Google หรือ e-mail แล้วกด Next



ภาพที่ 2.2 ลงทะเบียนด้วยบัญชี

ที่มา: คณะกรรมการการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์, 2562

(4) เลือกประเภทของผู้ใช้และกรอกข้อมูล



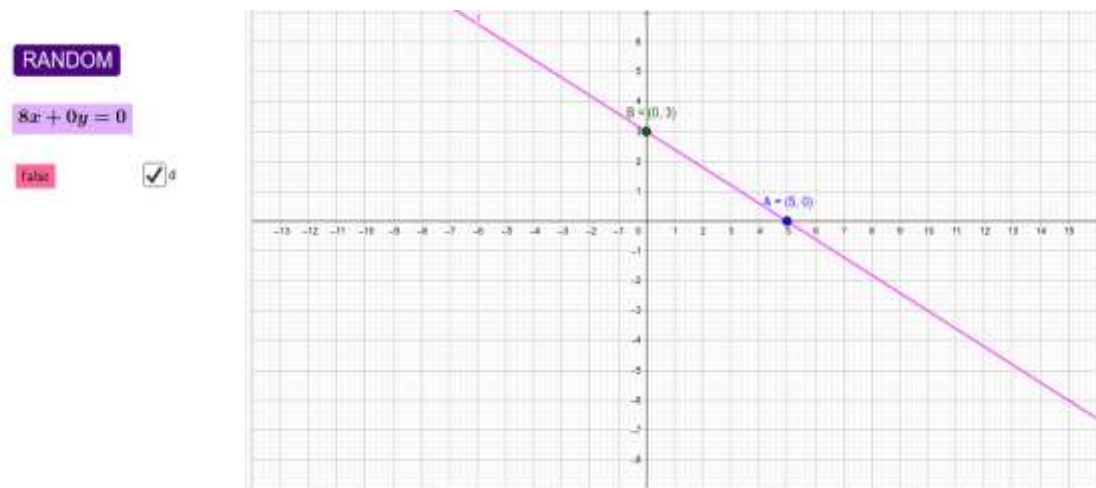
ภาพที่ 2.3 การเลือกประเภทของผู้ใช้และกรอกข้อมูล

ที่มา: คณะกรรมการการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์, 2562

GeoGebra เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์โปรแกรมหนึ่งที่สามารถอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ในเรื่องเรขาคณิตได้เมื่อปลายปีพ.ศ.2557 โปรแกรม GeoGebra ได้พัฒนาเวอร์ชัน 5.0 ซึ่งได้เพิ่มในส่วนของมุมมอง 3D Graphics เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษารูปเรขาคณิตสามมิติโดยสามารถสร้างรูปทรงต่าง ๆ พร้อมทั้งสามารถคลี่ ตัดและดูในมุมมองต่าง ๆ ได้ ซึ่งหลักสูตรการสร้างสื่อการเรียนการสอน

โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เหมาะสำหรับ ครูและบุคลากรทางการศึกษา ที่มีความต้องการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนของตนให้ตอบสนองต่อผู้เรียนให้เห็นภาพได้ชัดยิ่งขึ้น

โปรแกรมจีโอจีบร้า (GeoGebra) เป็นเครื่องมือคณิตศาสตร์ ที่สามารถทำผ่านเว็บได้เลย และยัง เป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างกราฟ หรือสร้างเรขาคณิตต่าง ๆ มากมาย รองรับได้ถึง 46 ภาษา รวมทั้ง ภาษาไทย สามารถเก็บงานที่ทำไว้ใน Google Drive และ เป็นฟรีซอฟต์แวร์คณิตศาสตร์สำหรับทุกระดับ การศึกษาที่ศึกษาเรขาคณิต, พีชคณิต, กราฟและแคลคูลัส ซึ่งได้กลายเป็นผู้ให้บริการชั้นนำของซอฟต์แวร์ คณิตศาสตร์ สนับสนุนสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เนื่องจากสะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัด การศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต การ ทำงาน และเป็นนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั่วโลก



ภาพที่ 2.4 โปรแกรม GeoGebra

ที่มา: จาก GeoGebra for Teaching and Learning Math (<https://www.geogebra.org>)

2.4 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.4.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Polya (1971) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา โดยในการแก้ปัญหา ผู้ที่จะแก้ต้องใช้ ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมมาช่วยในการแก้ปัญหาที่พบ

National Council of Teachers of Mathematics (2000) ได้ให้กระบวนการของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบของนักเรียนต้อง นำความรู้ที่มีอยู่ไปเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา ทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงแค่

การหาคำตอบ แต่อยู่ที่วิธีการได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนควรได้รับการฝึกฝน ได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อน และได้มีการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหาออกมาด้วย

สมเดช บุญประจักษ์ (2544) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยที่ผู้แก้ปัญหาจะต้องนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วยในการเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ที่ปรากฏในปัญหาที่พบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

สายพิณ ล้าเลิศ (2558) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการหาแนวทางหรือวิธีการเพื่อช่วยในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยความรู้ ทักษะ หลักการและประสบการณ์เดิมต่าง ๆ มาประยุกต์เชื่อมโยงเพื่อหาคำตอบของปัญหาที่พบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้เสนอว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถประยุกต์ความรู้ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กลวิธี และกลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และต้องใช้การคิดที่หลากหลาย เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

จากการศึกษาความหมายการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการหาคำตอบ หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่การได้ซึ่งคำตอบ และยังเป็นทักษะที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ผ่านการนำความรู้หรือทักษะต่าง ๆ มาประยุกต์เข้าด้วยกันเพื่อหาคำตอบในข้อนั้น ๆ

2.4.2 ประเภทของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Charles et al. (1987, pp. 6-10) ได้ทำการแบ่งประเภทของปัญหาตามลักษณะและเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหา ดังนี้

- (1) ปัญหาที่ใช้ฝึกเป็นปัญหาที่ฝึกใช้ขั้นตอนวิธีการและการคำนวณเบื้องต้น
- (2) ปัญหาข้อความอย่างง่ายเป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน เป็นปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนฝึกให้เกิดความคุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษา เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้เข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และ ความสามารถในการคิดคำนวณ
- (3) ปัญหาข้อความที่ซับซ้อนเป็นปัญหา 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอน หรือมากกว่า 2 การดำเนินการ

(4) ปัญหาที่เป็นกระบวนการเป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหาเป็นการพัฒนายุทธวิธีเพื่อความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

(5) ปัญหาประยุกต์เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้ ความคิด และ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบเป็นปัญหาที่นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการแนวคิด และข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์ และเห็นคุณค่าทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

(6) ปัญหาปริศนาเป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม เป็นปัญหาที่ให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายแง่หลายมุม

Polya (1988, pp. 123-128) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 แบบ ตามจุดประสงค์ของปัญหา ได้ดังนี้

(1) ปัญหาในการค้นหา เป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือเชิงปฏิบัติก็ได้ ซึ่งสามารถเป็นได้ทั้งรูปธรรมและนามธรรม โดยสามารถแบ่งปัญหาออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้และเงื่อนไข

(2) ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่ต้องการให้เห็นว่ามีความสมเหตุสมผลเป็นจริงหรือเป็นเท็จ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญคือ สมมติฐานและผลสรุป

Baroody and Coslick (1993, pp. 260-261) แบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภท สรุปได้ดังนี้

(1) ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาพบได้ทั่วไป การหาคำตอบเน้นฝึกหรือเพิ่มทักษะด้านใดด้านหนึ่ง

(2) ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่ไม่พบบ่อยนัก ต้องอาศัยทักษะความรู้ความสามารถ ทักษะหลายอย่าง และอาจได้คำตอบหลายคำตอบ

Hartsfield and Bitter (1993, p. 37) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ลักษณะ โดยพิจารณาตามลักษณะของปัญหา คือ

(1) ปัญหาปลายเปิด เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบได้หลายคำตอบและเน้นกระบวนการแก้ปัญหา มากกว่าคำตอบ

(2) ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่มีวิธีการที่หลากหลายให้นักเรียนใช้ในการหาคำตอบและให้คำตอบในขั้นสุดท้าย

(3) ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ จะเป็นปัญหาที่มี ลักษณะร่วมของปัญหามีเงื่อนไขของปัญหาบอกทิศทางในการแก้ไขปัญหา นักเรียนจะรู้สึกหมดหวัง ในการหาคำตอบ

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545, น. 10) กล่าวถึงลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ปัญหาที่เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ จะมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ ส่วนปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันจะเป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ประเภทของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งได้หลายประเภทตามเกณฑ์การพิจารณา เช่น เมื่อพิจารณาประเภทตามเกณฑ์ลักษณะของปัญหา สามารถแบ่งได้เป็น ปัญหาปลายเปิด ปัญหาให้ค้นพบ และปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ

2.4.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) (2561) Polya (1988) และ Gick (1986) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาใกล้เคียงกันซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องทำความเข้าใจคำ วลี ประโยค สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา พิจารณากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด ระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูล และเงื่อนไขในการทำทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอาจพิจารณาสวนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาซ้ำไปซ้ำมา พิจารณาในหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำทำความเข้าใจปัญหาหรือสร้างตัวแทนของปัญหา โดยการสร้างสัญลักษณ์ วาดรูป ทำตารางหรือแผนผัง เพื่อให้เข้าใจปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า นักเรียนจะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด จะแก้ปัญหายังไง แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหารวมไปถึงการวางแผนและจัดลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ประมวลเข้าด้วยกัน โดยให้เหตุผลและข้อสรุปที่เป็นของตนเอง โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาอื่นอีกหรือไม่ สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบในขั้นตอนนี้ได้ซึ่งในการตรวจสอบอาจทำให้เกิดความคิดที่จะดัดแปลงวิธีการแก้ปัญหาให้ง่าย สั้นและชัดเจนยิ่งขึ้น หรืออาจพบวิธีการแก้ปัญหาอื่นอีก

Krulik and Rudnick (1993) ที่ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาแบบ Heuristic โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ

(1) การอ่านโจทย์ (Read) ประกอบด้วย การบันทึกคำสำคัญจากโจทย์การอธิบายปัญหาการทบทวนปัญหาว่าโจทย์ถามอะไรและกำหนดอะไรเป็นข้อมูลบ้าง

(2) การสำรวจ (Explore) ประกอบด้วย การจัดระบบข้อมูล การวาดรูปหรือไดอะแกรม และการเขียนแผนภูมิหรือตาราง

(3) การเลือกกลวิธี (Select a Strategy) ประกอบด้วย การระลึกถึงรูปแบบย้อนกลับการคาดคะเนและการตรวจสอบ การสร้างสถานการณ์หรือทดลองจัดระบบ การอุปนัย การแบ่งปัญหา

(4) การลงมือแก้ปัญหา (Solve) ประกอบด้วย การดำเนินการตามแผน การใช้ทักษะด้านการคำนวณและตรรกะเบื้องต้น

(5) การพิจารณาและขยายผล (Review and Extend) ประกอบด้วย การทบทวนคำตอบการพิจารณาปัญหา การใช้คำถามถ้า...แล้ว และการอภิปรายการแก้ปัญหา

สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยทั้งหมด 4 ขั้นตอนได้แก่ (1) ทำความเข้าใจปัญหา ให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา (2) วางแผนแก้ปัญหา นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า (3) ดำเนินการตามแผนนักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ประมวลเข้าด้วยกัน และ (4) ตรวจสอบผล นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดนี้ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.4.5 องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาคือองค์ประกอบหลายอย่างที่จะช่วยให้การแก้ปัญหามุ่งบรรลุได้ตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ นักการศึกษาได้กล่าวไว้หลายท่านดังนี้ Johnson and Rising (1969) ให้ความเห็นว่ากระบวนการแก้ปัญหาคือกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน ซึ่งมีองค์ประกอบ คือ 1) การมองเห็นภาพ (Visualizing) 2) การจินตนาการ (imagining) 3) การจัดทำอย่างมีทักษะ (manipulation) 4) การวิเคราะห์ (analyzing) 5) การสรุปในเชิงนามธรรม (abstracting) 6) การเชื่อมโยงความคิด (association ideals) ในขณะที่ Ausubel (1968) กล่าวว่าองค์ประกอบที่ทำให้บุคคลแตกต่างกันในการแก้ปัญหาแบ่งออกได้ 3 ประการ คือ 1) ความรู้ในเนื้อหาวิชาและความเคยชินในการคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้น 2) การใช้แบบความคิดที่ไวต่อการแก้ปัญหา และความรู้ทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ 3) คุณลักษณะทางบุคลิกภาพ เช่น แรงขับ ความมั่นคงในอารมณ์ความวิตกกังวล Baroody and Coslick (1993) กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหามathematics ของผู้เรียนไว้ 3 ประการ คือ 1) ด้านความรู้ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์และวิธีการแก้ปัญหา 2) ด้านความรู้สึก จะเป็นแรงขับในการแก้ปัญหา และแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายาม และความเชื่อของผู้เรียน 3) ด้านการสังเคราะห์ความคิด เป็นความสามารถในการสังเคราะห์การคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถทราบได้ว่าสิ่งใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ของผู้เรียนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ดังนี้ 1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่มาใช้แปลความ ตีความ หรือ

วิเคราะห์ เพื่อให้มีความเข้าใจในปัญหา รวมถึงการเลือกใช้เทคนิคหรือกลวิธีที่จะช่วยทำให้ปัญหามีความชัดเจนมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางในการหาคำตอบ 2) ความรู้พื้นฐาน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนมีอยู่เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนคิดและหาวิธีแก้ปัญหา ผู้เรียนที่มีความรู้พื้นฐานดี จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายและมีประสิทธิภาพ 3) ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา มักสามารถระลึกถึงขั้นตอนและวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงกลวิธีแก้ปัญหาลงมือได้หลากหลาย ทำให้สามารถตัดสินใจเลือกใช้วิธีแก้ปัญหามีประสิทธิภาพได้อย่างรวดเร็ว 4) เจตคติต่อการแก้ปัญหา ผู้เรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหา จะมีความพยายามและความอดทนในการแก้ปัญหา ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหานั้น ไม่ว่าจะได้คำตอบหรือไม่ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้และพัฒนาประสบการณ์จากการคิดและการทำงานเพื่อแก้ปัญหา รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ (2545) กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้แก่ ความรู้ในเรื่องคำศัพท์ สัญลักษณ์และความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่กำหนดมาให้แล้วค้นหาในสิ่งที่โจทย์ต้องการ ความสามารถในการเปลี่ยนข้อความจากนามธรรมให้กลายเป็นรูปธรรม ความสามารถในการคำนวณและการรู้จักคาดคะเนคำตอบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นแนวทางให้ผู้เรียนสามารถมองปัญหาได้อย่างชัดเจนแล้วสามารถสร้างกระบวนการในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ส่วนอรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552) กล่าวถึง องค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้แก่ความสามารถทางความคิดและสติปัญญา ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประสบการณ์ในการเรียนรู้ของผู้แก้ปัญหา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และวิธีการสอนของผู้สอน อย่างไรก็ตามผู้เรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีนั้นจะต้องมีองค์ประกอบ 2 ด้าน คือ 1) วิธีสอนเทคนิคการสอน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการฝึกแก้ปัญหาตามขั้นตอน 2) ผู้เรียน ซึ่งต้องมีความสามารถในการอ่าน เข้าใจ รู้จักวิเคราะห์โจทย์มีทักษะ มีกระบวนการในการคิดคำนวณ รู้จักตรวจสอบคำตอบและสิ่งสำคัญ คือ มีใจรัก มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ (บุสญา อิมแก้ว, 2557)

จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้สรุปได้ว่า องค์ประกอบเป็นส่วนที่ส่งเสริมให้ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนนั้นมีความถูกต้อง และชัดเจนมากขึ้น โดยทั้งนี้ต้องมีการทำความเข้าใจกับปัญหา และใช้ความรู้ ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนรวมทั้งเจตคติที่ดีของผู้เรียนเพื่อให้ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.4.6 เกณฑ์ในการวัดทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 111-114) กล่าวว่า การประเมินความสามารถของนักเรียนทำได้ หลายแบบ เช่น การใช้แบบทดสอบเลือกตอบ แบบเติมคำตอบ และแบบแสดงวิธีทำ ตลอดจนใช้การสัมภาษณ์และการใช้คำถาม สามารถกระตุ้นให้นักเรียนคิดได้อย่างหลากหลาย

เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหา

(1) ความเข้าใจปัญหา

2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการเข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมาก หรือไม่เข้าใจเลย

(2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูก

1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกแต่ยังมีบางส่วนผิด 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

อัมพร ม้าคนอง (2554, น. 173-174) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาดังนี้

(1) การแก้ปัญหาได้ เป็นความสามารถในการหาคำตอบและแนวทางการแก้ปัญหา

(2) การสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหา เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสร้างโจทย์ปัญหาต่าง ๆ

(3) การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี

(4) การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นความสามารถในการพิจารณา คำตอบหรือการแก้ปัญหาที่ได้ว่าถูกต้อง เหมาะสมเพียงใด

(5) การขยายความคิดจากผลการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการนำผลจากการแก้ปัญหาไปคิดต่อ เช่น การมองเห็นรูปทั่วไป การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นเมื่อเงื่อนไขของปัญหาเปลี่ยนไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาในประเด็นต่าง ๆ เช่น คำถามของปัญหาคืออะไร ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง ต้องการข้อมูลเพิ่มเติม การวิเคราะห์ปัญหาจะช่วยให้เข้าใจปัญหาชัดเจนมากขึ้น

(2) วางแผนการแก้ปัญหา เป็นการคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้แล้ว ผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาประกอบการวางแผน

(3) ดำเนินการแก้ปัญหาเป็นการลงมือแก้ปัญหา เป็นการลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้และการตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

(4) ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินการแก้ปัญหาในภาพรวม ทั้งด้านกลวิธีและวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ รวมถึงการขยายผลการแก้ปัญหาไปสู่การแก้ปัญหาอื่น ๆ

จากการศึกษาเกณฑ์ในการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเห็นว่าควรจะให้ผู้เรียนได้สะท้อนทักษะในแต่ละด้านออกมาผ่านข้อสอบอัตนัยที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องฟังก์ชัน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย 4 ข้อ สามารถสรุปเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน	รายการ
ทำความเข้าใจปัญหา	
2	นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน
1	นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้อย่างถูกต้องเพียงอย่างเดียวหนึ่งเท่านั้น
0	นักเรียนไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้อย่างถูกต้อง หรือไม่ทำ
วางแผนแก้ปัญหา	
2	นักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับปัญหา
1	นักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง เลือกใช้ตัวดำเนินการผิด สลับลำดับขั้นตอน ทำให้ผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง แต่สอดคล้องกับปัญหา
0	นักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง และไม่สอดคล้องกับปัญหา หรือไม่ทำ
2	นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
1	นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนยังไม่ชัดเจน
0	นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง และไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา หรือไม่
ตรวจสอบ	
2	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
1	สรุปคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน ยังไม่สมบูรณ์
0	ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ทำ

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้อย่างหลากหลายดังนี้

Ross and Stanley (1967) กล่าวว่า แบบสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึงแบบสอบที่ใช้วัดความสามารถทางวิชาการ เช่น แบบสอบวิชาเลขคณิต แบบสอบวิชาพีชคณิต ฯลฯ เป็นต้น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข (2548) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

เยาวดี รวงชัยกุล วิบูลย์ศรี (2556) กล่าวว่า แบบสอบผลสัมฤทธิ์มีความมุ่งหมายที่สำคัญ คือ เพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาและทักษะต่าง ๆ ของแต่ละสาขาวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สาขาวิชาทั้งหลายที่ได้จัดสอนในระดับชั้นเรียนต่าง ๆ ของแต่ละโรงเรียน ลักษณะของแบบผลสัมฤทธิ์มีทั้งที่เป็นข้อเขียน (Paper and Pencil Test) และที่เป็นภาคปฏิบัติจริง (Performance Test)

ทศนา แคมมณี (2564) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ (Accomplishment) หรือการเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) ในการพัฒนาทักษะในการเรียนการสอน ซึ่งผู้สอนสามารถวัดได้จากคะแนนการทดสอบ คะแนนจากภาระงานที่ผู้สอนได้ทำการมอบหมาย

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนความสามารถของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ ซึ่งครอบคลุมถึงพฤติกรรมทางสติปัญญา ทั้งทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย หลังการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบหรือจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ๆ

2.5.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรรูญ (2550) ได้ทำการศึกษาเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) ซึ่งนักวัดผลและนักการศึกษา มีการเรียกชื่อแตกต่างกัน เช่น แบบทดสอบความสัมฤทธิ์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หรือแบบสอบผลสัมฤทธิ์โดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งแบ่งประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบที่มุ่งเน้นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่สอน โดยแบบทดสอบมีลักษณะเป็นแบบข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1.1) แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบ ผู้สอนเป็นผู้กำหนดคำถามหรือปัญหาให้ แล้วให้ผู้เรียนทำการตอบโดยการเขียน บรรยาย แสดงความรู้ ความคิด เจตคติ

(1.2) แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้เรียนทำการเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้เรียนจะไม่สามารถเขียนบรรยาย แสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือแบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่และแบบทดสอบเลือกตอบ

(2) แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพและได้มาตรฐาน

สรุปได้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นวิธีการวัดประเมินผลการเรียนรู้ซึ่งมีการสร้างแบบทดสอบหลากหลาย ได้แก่ ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง ข้อสอบแบบถูก-ผิด ข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ข้อสอบแบบจับคู่ และข้อสอบแบบเลือกตอบ ที่สามารถวัดผลทั้งทางด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัยและด้านจิตพิสัย

2.5.3 ลักษณะของแบบทดสอบ

กัญญา ลินทรัตน์ศิริกุล (2557) อธิบายข้อมูลเกี่ยวกับแบบทดสอบไว้ว่า แบบทดสอบ (tests) เป็นเครื่องมือสำคัญในการวิจัยและใช้กันมากที่สุดในการวิจัยทางด้านหลักสูตรและการสอน แบบทดสอบหมายถึง ชุดของสิ่งเร้าหรือข้อคำถามที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้สอบตอบและมีการกำหนดคะแนนให้ ซึ่งคะแนนดังกล่าวจะบ่งชี้ถึงความสามารถของผู้สอบตามคุณลักษณะที่วัด แบบทดสอบแบ่งออกเป็นหลายชนิด ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง สำหรับในเรื่องนี้จะแบ่งแบบทดสอบตามสิ่งที่ต้องการวัดเป็นเกณฑ์ออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (achievement tests) และแบบทดสอบวัดความถนัด (aptitude tests) มีรายละเอียดดังนี้

(1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ และทักษะในเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปแล้วหลังจากที่มีการจัดการเรียนการสอนว่าผู้เรียนมีความรู้และทักษะเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด รูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายลักษณะคือ ข้อสอบแบบถูก-ผิด ข้อสอบแบบจับคู่ ข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบตอบสั้นๆและข้อสอบแบบอัตนัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(1.1) ข้อสอบแบบถูก - ผิด เป็นข้อสอบที่ประกอบไปด้วยข้อความหรือประโยคและให้ผู้สอบเลือกว่าถูกหรือผิด จริงหรือไม่จริง ใช่หรือไม่ใช่ ข้อสอบแบบถูก - ผิดเป็นข้อสอบที่ใช้ในการวัดข้อเท็จจริง นิยาม คำจำกัดความ หลักการต่างๆ นอกจากนี้ยังใช้ในการวัดข้อความ หรือประโยคที่แสดงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผล เพื่อให้ผู้สอบพิจารณาถึงความสัมพันธ์ว่าจริงหรือไม่จริง

(1.2) ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วย 2 คอลัมน์ คอลัมน์หนึ่งจะประกอบด้วยข้อความ ตัวเลข หรือสัญลักษณ์เพื่อจับคู่กับอีกคอลัมน์หนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยคำ ประโยคหรือวลี ข้อความในคอลัมน์หนึ่งจะเป็นคำถาม และอีกคอลัมน์หนึ่งซึ่งจะเลือกมาตอบเรียกว่า ตัวเลือก วิธีการจับคู่จะต้องอธิบายในคำชี้แจงให้ชัดเจนว่าจะให้จับคู่อย่างไรและตัวเลือกที่เลือกมาจับคู่กับคำถามนั้นเลือกได้ครั้งเดียวหรือเลือกได้มากกว่า 1 ครั้ง

(1.3) ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบที่มีข้อคำถามให้ผู้ตอบเลือกจากตัวเลือกหลายๆ ตัว การเลือกจะต้องพิจารณาถึงข้อความในแต่ละข้อว่าตัวเลือกใดเป็นตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดหรือดีที่สุด ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นคำถามจะอยู่ในรูปข้อความที่ไม่สมบูรณ์หรือ

ข้อความคำถาม และส่วนที่เป็นตัวเลือกจะมีตัวเลือกหนึ่งเป็นตัวเลือกที่ถูกต้องหรือดีที่สุด และตัวเลือกอื่นๆจะเป็นตัวเลือกที่ไม่ถูกต้องหรือเรียกว่า ตัวลวง

(1.4) ข้อสอบแบบเติมคำ เป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอบเขียนคำสำคัญ วลี หรือตัวเลขลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ในประโยค และประโยคที่ให้เติมข้อความไม่ควรเว้นให้เติมคำตอบหลายแห่ง ข้อความที่เว้นให้เติมควรอยู่ที่ท้ายประโยค

(1.5) ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ เป็นข้อสอบที่ผู้สอบจะต้องหาคำตอบมาตอบเองและคำตอบที่กำหนดให้ตอบ จะต้องสั้นและเฉพาะเจาะจง การเขียนคำถามไม่ควรคัดลอกข้อความจากในหนังสือจะทำให้ผู้สอบที่ตอบได้เป็นเพราะจำข้อความจากหนังสือมาตอบ เพราะฉะนั้นในการเขียนข้อคำถามควรเขียนคำถามใหม่ เพื่อให้ผู้ตอบใช้ความเข้าใจในการตอบ

(1.6) ข้อสอบแบบอัตนัย หรือข้อสอบแบบความเรียงเป็นข้อสอบที่ให้เขียนคำตอบเองจากคำถามที่ถาม ข้อสอบแบบนี้จะใช้วัดผลการเรียนรู้ที่ไม่สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบแบบปรนัยได้ เช่น วัดความสามารถในการอธิบาย การวิเคราะห์ เปรียบเทียบในสิ่งที่เหมือนกันหรือต่างกัน

(2) แบบทดสอบวัดความถนัด แบบทดสอบวัดความถนัด เป็นแบบทดสอบที่แตกต่างจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กล่าวคือ แบบทดสอบวัดความถนัดเป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดความสามารถที่ซ่อนเร้นอยู่ภายใน ขณะที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้และทักษะในเนื้อหาที่เรียนในรายวิชาต่าง ๆ แบบทดสอบวัดความถนัด เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการทำนายความสำเร็จในอนาคต เพราะฉะนั้นในการวัดความถนัดจึงมีข้อตกลงว่า ความถนัดเป็นคุณลักษณะที่ไม่เปลี่ยนแปลงและความถนัดเป็นผลมาจากการเรียนรู้และสิ่งแวดล้อม แบบทดสอบวัดความถนัดแบ่งออกเป็นความถนัดทั่วไปและความถนัดเฉพาะดังรายละเอียดต่อไปนี้

(2.1) แบบทดสอบวัดความถนัดทั่วไป เป็นแบบทดสอบที่วัดเกี่ยวกับเหตุผลเชิงนามธรรม การแก้ปัญหาและความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำซึ่งมีทั้งแบบทดสอบที่เป็นกลุ่ม คือ แบบทดสอบที่ใช้ในการดำเนินการสอบได้สะดวก ประหยัดเวลาในการสอบและสอบเป็นรายบุคคล คือ แบบทดสอบที่ให้ผู้สอบสอบทีละคน ทำให้ใช้เวลาในการดำเนินการสอบมาก

(2.2) แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะ เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทำนายความสามารถของแต่ละบุคคลในอนาคตที่ได้จากการเรียนรู้หรือการฝึกฝนในเนื้อหาเฉพาะ ส่วนใหญ่จะใช้ในการวิจัยทางการศึกษาที่นักวิจัยต้องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการใช้วิธีสอน 2 วิธีที่แตกต่างกัน และถ้านักวิจัยคาดว่า ความถนัดของผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม อาจจะแตกต่างกัน นักวิจัยอาจจะวัดความสามารถของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัด การศึกษาลักษณะของแบบทดสอบ ผู้สอนต้องทำความเข้าใจความหมาย ความสำคัญ ชนิด และรูปแบบของแบบทดสอบ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนและเนื้อหาที่เรียนในรายวิชานั้นๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะของแบบทดสอบมีหลากหลายประเภท การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้ออกแบบทดสอบ ซึ่งนำมาใช้เพื่อวัดความสามารถ ความถนัดทางด้านวิชาการ ความรู้ และความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิชาต่าง ๆ

2.5.4 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2552) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

- (1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
- (2) วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อทำการวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตร
- (3) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนต้องมีการกำหนดไว้ล่วงหน้า สำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- (4) กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้างโดยการศึกษารายละเอียดหลักสูตร และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะเป็นอย่างใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับผู้เรียน แล้วทำการศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและวิธีการเขียนข้อสอบ
- (5) เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ
- (6) ตรวจสอบข้อสอบเพื่อให้ข้อสอบที่เขียนมีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้
- (7) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจสอบข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมดจัดทำแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม
- (8) ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริงแล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ
- (9) จัดทำแบบทดสอบฉบับจริงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้นแล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปวิธีการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า ผู้สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดให้ชัดเจนว่าต้องการวัดผู้เรียน

ในเรื่องใดบ้าง และศึกษาวิธีการสร้าง แล้วนำมาตรวจสอบความถูกต้อง วิเคราะห์ตรวจหาคุณภาพของแบบวัดปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้จริงกับผู้เรียน

2.6 พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

2.6.1 ความหมายของการทำงานกลุ่ม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2540) ได้กล่าวถึงความหมายของพฤติกรรมการทำงานกลุ่มว่า หมายถึงการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันของบุคคล โดยมีวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่สอดคล้องต่อเนื่องกัน มีกระบวนการทำงานกลุ่มอย่างเป็นระบบและมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ส่งผลให้งานประสบผลสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

ทิตนา แชมมณี (2545) กล่าวว่า กระบวนการกลุ่ม เป็นความรู้ที่เกี่ยวกับการรวมตัวกันของกลุ่มเพื่อปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่งให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งการปฏิบัติงานจะเป็นไปในทิศทางใดนั้นขึ้นอยู่กับพลังผลักดันที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ จากกลุ่ม อาทิ ผู้นำกลุ่ม แบบแผนการสื่อสารและการใช้อำนาจของกลุ่ม ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม และปัญหาต่าง ๆ

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2547) ได้ให้ความหมายของการทำงานกลุ่มว่า หมายถึง การให้นักเรียนมีเวลาใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ว่า กลุ่มทำงานได้เพียงใด และสามารถใช้ทักษะทางสังคมและมนุษยสัมพันธ์ได้อย่างเหมาะสม กระบวนการกลุ่มนี้จะช่วยให้สมาชิกในกลุ่มได้ผลในขณะที่มีสัมพันธภาพในกลุ่มก็จะเป็นอย่างดี กล่าวคือ กลุ่มจะมีความเป็นอิสระโดยสมาชิกในกลุ่ม สามารถจัดกระบวนการกลุ่ม และสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทั้งนี้ข้อมูลย้อนกลับจากครูหรือเพื่อนนักเรียนเป็นผู้สังเกต จะช่วยให้กลุ่มได้ดำเนินการได้อย่างดี และมีประสิทธิภาพ

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การทำงานกลุ่มเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งของการทำงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ ผ่านการทำงานของสมาชิกในกลุ่มที่มีวัตถุประสงค์ร่วมกัน และเกิดปฏิสัมพันธ์มนุษยสัมพันธ์ในหลาย ๆ ด้านร่วมกัน จนบรรลุวัตถุประสงค์ของการทำงานร่วมกัน

2.6.2 องค์ประกอบของความสามารถในการทำงานกลุ่ม

ทิตนา แชมมณี (2564) ได้กล่าวว่า การรวมกลุ่มที่มีลักษณะของการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มหรือทำเป็นทีมจำเป็นต้องประกอบด้วย

(1) การมีเป้าหมายร่วมกันกล่าวคือบุคคลที่มารวมกันนั้นต้องมีวัตถุประสงค์ในการมารวมกลุ่มกันว่าจะทำอะไรให้เป็นผลสำเร็จ

(2) การมีส่วนร่วมในการดำเนินงานกล่าวคือบุคคลที่มีร่วมกลุ่มจำเป็นต้องมีบทบาทหน้าที่ในการทำงานของกลุ่มในลักษณะหนึ่ง

(3) การติดต่อสื่อสารกันในกลุ่มกล่าวคือบุคคลร่วมกลุ่มนั้นจะต้องมีการสื่อความหมายต่อกันและกันเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในการทำงานร่วมกัน

(4) การร่วมมือประสานกันในกลุ่มกล่าวคือบุคคลใดในกลุ่มจำเป็นต้องมีการประสานงานกัน เพื่อให้งานของกลุ่มสำเร็จ

(5) การมีผลประโยชน์ร่วมกันได้แก่การจัดสรรผลตอบแทนซึ่งกลุ่มจะได้รับจากการทำงานร่วมกัน สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการทำงานกลุ่มร่วมกันนั้น กลุ่มต้องมีเป้าหมายเดียวกันเพื่อเป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายในการทำงานกลุ่มนี้ โดยมีการสื่อสารร่วมกัน มีส่วนร่วมในขั้นตอนการทำงานของกลุ่ม และจัดสรรผลประโยชน์อย่างเท่าเทียมกัน

2.6.3 พฤติกรรมที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน

พฤติกรรมการทำงานเป็นทีม (2557) พฤติกรรมที่ส่งเสริมการดำเนินการร่วมกัน และขัดขวางการดำเนินการของกลุ่มในทีมสามารถแยกได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

(1) พฤติกรรมที่ส่งเสริมการทำงานของทีมงาน พฤติกรรมที่ส่งเสริมการทำงานของทีมงาน เป็นพฤติกรรมที่ช่วยให้การทำงานของทีมงานบรรลุวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่สมาชิกแสดงออกจะส่งผลต่อประสิทธิผลและประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานของทีมงาน กิจกรรมสำคัญที่เกี่ยวข้องได้แก่

(1.1) การริเริ่ม (Initiating) เป็นการเสนอความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการวิเคราะห์ปัญหา และอุปสรรคในการดำเนินการ รวมถึงวิธีแก้ไขปัญหาต่างๆ ช่วยให้เพื่อนร่วมงานเกิดความคิดหรือมีวิธีการใหม่ๆ ในการพิจารณาปัญหา

(1.2) การแสวงหาข้อมูล (Seeking information) เป็นความพยายามในการซักถามเพื่อให้เกิดความกระจ่าง หรือเพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะและข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ชัดเจนมาใช้ในการแก้ปัญหาของกลุ่ม

(1.3) การให้ข้อมูล (Giving information) เป็นการให้ข่าวสารข้อมูลที่สำคัญต่าง ๆ ด้วยความจริงใจ หรือใช้ประสบการณ์ของตนเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการของกลุ่ม

(1.4) การชี้แจงให้กระจ่าง (Clarifying) เป็นการสร้างความสัมพันธ์ของข้อเสนอแนะและความเห็นต่าง ๆ ของสมาชิกให้ประสานสอดคล้องกันโดยการรวบรวมความคิดเห็นของสมาชิกทีมแต่ละคนเข้าด้วยกัน และนำความคิดเห็นเหล่านั้นมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อทีมงาน สร้างความสามัคคีดีในกลุ่ม

(1.5) การสรุป (Summarizing) เป็นการประเมินการดำเนินการของทีมว่าสามารถดำเนินการหรือแก้ปัญหาได้ในระดับใด แนวทางการแก้ปัญหาที่ใช้เป็นไปอย่างสมเหตุสมผลและเป็นไปได้หรือไม่ เท่ากับเป็นการสรุปความก้าวหน้าในการดำเนินการของทีมงานนั่นเอง

(2) พฤติกรรมธำรงรักษาความสัมพันธ์ของทีมงาน พฤติกรรมธำรงรักษาความสัมพันธ์ของทีมงาน เป็นพฤติกรรมที่ช่วยสร้างบรรยากาศที่ดีสนับสนุนการทำงาน เป็นการธำรงไว้ซึ่งสัมพันธภาพที่ดีระหว่างสมาชิกของทีมงาน และมีกำลังใจในการทำงานร่วมกัน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายต่าง ๆ ร่วมกันได้สำเร็จ กิจกรรมที่สำคัญที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

(2.1) การสนับสนุนให้กำลังใจ (Encouraging) เป็นการให้คำยกย่อง ชมเชย หรือยอมรับความคิดเห็นของสมาชิก เป็นการแสดงออกถึงความเป็นปึกแผ่น สร้างความอบอุ่นและผูกพันภายในทีมงาน รวมถึงการยอมรับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

(2.2) การผสมผสาน (Harmonizing) เป็นการช่วยประสานแนวคิดที่แตกต่างกันของสมาชิก แสวงหาแนวทางประนีประนอมความคิดหรือความต้องการแตกต่างกันของสมาชิกเพื่อป้องกันความขัดแย้ง

(2.3) การกำหนดมาตรฐาน (Setting standards) เป็นการแสวงหาเกณฑ์มาตรฐานในการปฏิบัติงานของทีมงาน หรือใช้ในกระบวนการประเมินผลการดำเนินการมาตรฐานที่กำหนดชี้้นำไปสู่เป้าหมายการดำเนินงานของทีมงาน

(2.4) การปฏิบัติตาม (Following) เป็นการดำเนินการตามแนวคิดของทีมงานเห็นชอบและยินดีที่จะทดสอบแนวการดำเนินการใหม่ ๆ ที่ทีมงานเสนอแนะ

(2.5) การคุ้มครอง (Gatekeeping) เป็นการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของสมาชิกทีมเพื่อป้องกันไม่ให้สมาชิกทีมบางคนถูกครอบงำทางด้านความคิด

(3) พฤติกรรมที่ขัดขวางการทำงานของทีมงาน พฤติกรรมที่ขัดขวางการทำงานของทีมงาน เป็นพฤติกรรมแสดงออกของสมาชิกทีมที่เป็นอุปสรรคขัดขวางการดำเนินการของทีมงาน พฤติกรรมกลุ่มนี้จะคุกคามประสิทธิภาพการดำเนินการซึ่งพวกเขาควรหลีกเลี่ยงได้แก่

(3.1) การก้าวร้าว (Being aggressive) เป็นการคอยลดสถานภาพของผู้อื่น คอยทับถมขัดแย้ง เหยะเหย้ย และโจมตีข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะของผู้อื่น โดยพยายามพูดถากถาง และพยายามให้ทีมเกิดความขัดแย้งมากกว่าที่จะศึกษาเหตุผลหรือทำความเข้าใจกับปัญหา

(3.2) การถอยหนี (Withdrawing) เป็นการปฏิเสธที่จะให้ความร่วมมือ ไม่สนใจในการรวบรวมกลุ่มซึ่งแสดงออกในรูปการเหยะเหย้ย ถากถาง เฉยเมย หรือพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมอื่น ๆ

(3.3) การขุดคุ้ยเรื่องจุกจิกหุยมหิม (Nitpicking) เป็นการคอยเน้นในรายละเอียดปลีกย่อยที่ไม่ใช่เป็นสาระสำคัญของปัญหา

(3.4) การเรียกร้องการยกย่อง (Recognition) เป็นการพยายามทำวิถีทางเพื่อเรียกร้องความสนใจให้กับตนเอง เช่น โดยการโอ้อวด พยายามทำทุกอย่างที่จะไม่ให้ด้อยกว่าผู้อื่น ต้องการการยอมรับและผลตอบแทนเหนือสิ่งอื่นใด

(3.5) การเรียกร้องความเห็นใจ (Sympathy seeking) เป็นการพยายามเรียกร้องความสนใจจากสมาชิกทีมคนอื่น โดยการแสดงความไม่มั่นคงหรือความสับสน มักอ้างถึงการถูกบังคับให้หมดความอดทนให้เสียสละ ให้เผชิญปัญหาต่าง ๆ โดยถูกรวบกวและกลั่นแกล้ง เป็นต้น

(3.6) การขัดขวาง (Blocking) เป็นความพยายามที่จะต่อต้าน ดื้อดึง มองโลกในแง่ร้าย มีความขัดแย้งและไม่เห็นด้วยกับเหตุผลของผู้อื่น พยายามจะนำประเด็นที่ทีมได้ปฏิเสธไปแล้วมาพิจารณาใหม่ มีความคิดเห็นเอนเอียงไปข้างใดข้างหนึ่งเป็นพิเศษ ไม่มีการเดินสายกลางหรือไม่มีวิธีอื่นใดนอกจากวิธีของตนเองที่กล่าวมาแล้วเพียงวิธีเดียว

สามารถสรุปได้ว่า พฤติกรรมที่ส่งเสริมให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพได้นั้น สมาชิกในกลุ่มทุกคน ต้องให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือ และช่วยกันค้นหาข้อมูลหรือร่วมกันแก้ปัญหา และนำเสนอทางออกหรือข้อมูลที่ ได้ได้ค้นคว้ามา โดยการทำงานต้องตั้งอยู่บนพื้นฐาน กฎเกณฑ์ตามที่กลุ่มได้ตั้งเอาไว้ มีการเคารพซึ่งกันและ กันเพื่อให้กลุ่มสามารถดำเนินการได้ โดยต้องไม่มีการขัดขวางหรือทำให้กลุ่มเกิดความเสียหายหรือ ผลประโยชน์ใด ๆ

2.6.4 การวัดและประเมินผลความสามารถในการทำงานกลุ่ม

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา (ม.ป.ป.) กล่าวว่า การประเมินผลความสามารถในการทำงานกลุ่มสามารถประเมินได้ 2 ลักษณะคือ

(1) การประเมินขณะปฏิบัติกิจกรรมซึ่งครูอาจใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคน ในขณะที่ปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นประเมินผลการปฏิบัติงานของกลุ่มและการประเมินตนเองของนักเรียนแต่ละคน

(2) การประเมินหลังสิ้นสุดกิจกรรมครูอาจใช้วิธีการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมในการทำงานร่วมกับผู้อื่นหรืออาจใช้วิธีการสัมภาษณ์นักเรียนและผู้ร่วมงานหรืออาจให้นักเรียนรายงานผลการ ประเมินตนเอง

สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2544) ในเสนอรายการประเมิน การปฏิบัติงานกลุ่ม 6 รายการดังนี้

- (1) การวางแผนการทำงานร่วมกัน
- (2) การมอบหมายงานในกลุ่ม
- (3) ความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่ม
- (4) การปฏิบัติงานตามแผนและขั้นตอน
- (5) ผลงานสำเร็จตามขั้นตอน
- (6) คุณภาพของงาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลด้าน พฤติกรรม เป็นพฤติกรรมที่ผู้เรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มสื่อถึงความสามารถในการทำงานร่วมกับ ผู้อื่น ซึ่งพฤติกรรมของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้มีหลากหลาย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- (1) กระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้
- (2) ตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากทฤษฎีที่มีความสมเหตุสมผล
- (3) หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างสมเหตุสมผล
- (4) ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของข้อมูลต่างๆ
- (5) กระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เช่น เกม หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
- (6) ประยุกต์ใช้ทักษะต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือทำภาระงานที่ได้รับมอบหมาย
- (7) เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน
- (8) วางแผนการแก้ปัญหาหรือการทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเป็นระบบชัดเจน

(9) ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาและชวนขยายหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลาย

- (10) ใช้ความเพียรพยายามในการค้นหาคำตอบ
- (11) หาเหตุผลและหลักฐานที่หลากหลายเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย
- (12) รวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบก่อนการลงข้อสรุป
- (13) รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและวิเคราะห์หาเหตุผล
- (14) มีความละเอียดรอบคอบในการรวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอก่อนการตัดสินใจ
- (15) สามารถนำเสนอความรู้ที่ตนเองมีต่อผู้อื่นได้อย่างสมเหตุสมผลและยอมรับการโต้แย้งของผู้อื่น
- (16) ตรวจสอบข้อมูลโดยการค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อยืนยันข้อสรุปของตนเอง
- (17) ยอมรับในคำอธิบายที่มีหลักฐาน หรือ ข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ
- (18) กระตือรือร้นที่จะแสวงหาคำตอบที่สมบูรณ์ ครบถ้วน และถูกต้อง
- (19) กระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ๆ
- (20) อภิปรายและซักถามเพื่อให้ได้คำตอบที่ขยายแนวคิดเดิมของตนเอง
- (21) ชวนขยาย ศึกษาหาความรู้ เพื่อนำเทคโนโลยีสิ่งต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือขยาย

แนวคิดของคำตอบไปสู่รูปทั่วไป

- (22) ใช้กระบวนการย้อนกลับเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ง่ายขึ้น พร้อมทั้งนำเสนอได้อย่างเป็นระบบ
- (23) พยายามเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ให้สัมพันธ์กับมโนทัศน์เรื่องอื่นหรือสัมพันธ์กับวิชาอื่น
- (24) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการสร้างหรือประดิษฐ์ชิ้นงานทางคณิตศาสตร์ที่มีความแปลกใหม่
- (25) สร้างผลงานทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน
- (26) ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยน

ตัวอย่างพฤติกรรมข้างต้น เป็นเพียงส่วนหนึ่งที่สามารถใช้ประเมินระดับความคิด ความสามารถ และคุณลักษณะของผู้เรียนได้ ผู้เรียนอาจมีพฤติกรรมอื่น ๆ ได้อีกตามบริบทของการเรียนรู้ และกิจกรรมที่ผู้สอนมอบให้ผู้เรียนทำ ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ อาจแตกต่างจากพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนการสอนปกติในห้อง ในการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน ผู้สอนจึงต้องวางแผนล่วงหน้าว่าจะประเมินพฤติกรรมด้านใดของผู้เรียน แล้วจึงวิเคราะห์พฤติกรรมย่อย ๆ ที่บ่งชี้ถึงพฤติกรรมด้านนั้น จากนั้นจึงออกแบบกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมเหล่านั้นได้ ตัวอย่างแบบประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นดังนี้

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างแบบประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนของสสวท.

พฤติกรรมตามคุณลักษณะ	ระดับพฤติกรรมที่แสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการแสดงออก
1. ความสนใจใฝ่รู้เพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์				
1.1 มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ที่แปลกใหม่				
1.2 อภิปรายและซักถามเพื่อขยายแนวความคิดเดิม				
1.3 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีบทต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียน				
1.4 มีส่วนร่วมในกิจกรรมหรือการประชุมที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์				
1.5 สนใจอ่านบทความหรือวรรณกรรม ตลอดจนหนังสือสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์				
1.6 ขวนขวายหาโจทย์ที่แปลกใหม่เพื่อฝึกฝนแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย				
2. ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม				
2.1 ทำงานอย่างเต็มความสามารถ				
2.2 ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์ตามกำหนดตรงต่อเวลา				
2.3 ไม่ทอดทิ้งในการแก้ปัญหาเมื่อพบอุปสรรค				
2.4 มีความอดทนในการแก้ปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อน				
2.5 มีความอดทนในการทำงานที่ต้องใช้กระบวนการที่ซับซ้อนหรือระยะเวลาที่ยาวนาน				
2.6 ละเว้นการกระทำอื่นที่เป็นผลเสียหายต่อส่วนรวม				
3. ความละเอียดรอบคอบในการทำงาน				
3.1 มีการใคร่ครวญไตร่ตรองในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย				
3.2 มีการตรวจสอบความถูกต้องและการสมเหตุสมผลของข้อมูลต่าง ๆ				
3.3 มีความละเอียดถี่ถ้วนในการแก้ปัญหา				

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

พฤติกรรมตามคุณลักษณะ	ระดับพฤติกรรมที่แสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการแสดงออก
4. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น				
4.1 ประพฤติและปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม				
4.2 ปฏิบัติตามบทบาทและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย				
4.3 ให้ความร่วมมือในการทำงานร่วมกับผู้อื่น				
4.4 ให้การยกย่องบุคคลอื่นตามความเหมาะสม				
4.5 รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น				

จากการศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผลความสามารถในการทำงานกลุ่ม ผู้วิจัยนำแบบประเมินพฤติกรรมของทางสสวท. มาปรับใช้ออกมาเป็นแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่ครอบคลุมพฤติกรรมด้านพฤติกรรมออกมาในรูปแบบมาตรวัดการประมาณค่า 5 ช่วง จำนวน 3 ด้าน ทั้งหมด 14 ข้อ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 2.3 แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนของผู้วิจัย

รายการ	ระดับของพฤติกรรมที่แสดงออก				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านการสื่อสารภายในกลุ่ม					
1. ปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม					
2. ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย					
3. ให้ความร่วมมือกับกลุ่ม					
4. เคารพการทำงานของผู้อื่น					
5. รับฟังความเห็นของผู้อื่น					
ด้านความละเอียด รอบคอบในการทำงาน					
1. มีการไต่ถามไต่สวน ไตร่ตรองในงานที่ได้รับมอบหมาย					
2. มีการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลต่าง ๆ					

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

รายการ	ระดับของพฤติกรรมที่แสดงออก				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
3. มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน					
4. มีความกระตือรือร้น และหมั่นตรวจสอบความถูกต้องอยู่เสมอ					
5. มีส่วนร่วมในการปรึกษา และตรวจสอบข้อมูล และความถูกต้องภายในกลุ่ม					
ด้านความรับผิดชอบ					
1. ทำงานอย่างเต็มความสามารถ					
2. ทำงานเสร็จสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด					
3. มีความอดทนในการทำงานเมื่อเจออุปสรรคที่ซับซ้อน					
4. ละเว้นการกระทำที่ส่งผลเสียต่อกลุ่ม เช่น การรบกวนเพื่อนในกลุ่มหรือไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม					

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยในประเทศ

บัวลี เขียววงศา (2559) ได้ศึกษาเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและระบบสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและระบบ

อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (3) เจตคติที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD อยู่ในระดับมาก (Mean = 4.29, S.D. = 0.27)

จารุวรรณ ปะกิกา (2561) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน และคุณลักษณะความรับผิดชอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการจัดการเรียนรู้อยู่แบบร่วมมือเทคนิค STAD ผลการวิจัยพบว่า (1) การจัดการจัดการเรียนรู้อยู่แบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.03/70.98 (2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการจัดการเรียนรู้อยู่แบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการจัดการเรียนรู้อยู่แบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน มีคุณลักษณะความรับผิดชอบโดยรวมอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย = 2.35, S.D.=0.09) (4) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจ ต่อการจัดการจัดการเรียนรู้อยู่แบบร่วมมือเทคนิค STAD โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.57, S.D. = 0.09)

สุนารี นวลจันทร์ (2562) ได้ศึกษาเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการทำงานกลุ่ม เรื่อง ระบบจำนวนจริง โดยการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเกมคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเกมคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) ความสามารถในการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเกมคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเกมคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด

พชรพงศ์ นวลศิริ และ ขวลิต บุญปก (2562) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้อยู่คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้อยู่แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า (1) แผนการจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้อยู่แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.79/80.23 และแผนการจัดการเรียนรู้อยู่แบบปกติ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 78.96/75.70 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (2) ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้อยู่แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) มีค่าเท่ากับ 0.6816 คิดเป็นร้อยละ 68.16 และแผนการจัดการเรียนรู้อยู่แบบปกติ มีค่าเท่ากับ 0.6314 คิดเป็นร้อยละ 63.14 (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้อยู่แบบร่วมมือด้วย

เทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) คิดเป็นร้อยละ 80.23 และความสามารถในการแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 76.28 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ คิดเป็นร้อยละ 75.70 และความสามารถในการแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 75 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (5) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) และนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จรัส พิเลิศ (2564) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ผลวิจัยพบว่า (1) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ลำดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.98/80.09 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ซึ่งหมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ลำดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพสูงสามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่เพิ่มสูงขึ้น (2) ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ลำดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเท่ากับ 0.6906 คิดเป็นร้อยละ 69.06 ซึ่งหมายความว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับ โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้นร้อยละ 69.06 (3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 ซึ่งหมายความว่า นักเรียนทุกคนมีความพึงพอใจจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ (STAD) ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

รุ่งโรจน์ ศรีจันทร์แก้ว และคณะ (2565) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการใช้แอปพลิเคชันคาฮูท (Kahoot) ที่มีต่อพุทธิพิสัยด้านความรู้ความจำเรื่อง พื้นฐานอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 6 เรื่อง พื้นฐานอัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนพัฒนาพุทธิพิสัยด้านความรู้ความจำ โดยใช้แอปพลิเคชันคาฮูท (Kahoot) มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 11.87 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.45 คิดเป็นร้อยละ 79.13 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ทำให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (2) ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้ทำกิจกรรมพัฒนาพุทธิพิสัยด้านความรู้ความจำ เรื่อง

พื้นฐานอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้แอปพลิเคชันคาสูต (Kahoot) พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 3.96 , S.D.= 0.76)

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Shafiuddin (2010) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในประเทศอินเดีย ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือนั้นผู้เรียนทั้งหมดในชั้นเรียนต้องทำงานร่วมกันตั้งแต่ต้นจนสุดท้ายบนพื้นฐานของการทำงานเป็นทีม วิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ไม่เพียงแต่นำไปสู่การพัฒนาทางสติปัญญาของผู้เรียนอย่างเท่าเทียม แต่ยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาทางด้านจิตใจของผู้เรียนซึ่งแตกต่างจากวิธีการอื่นๆ ของการเรียนการสอนดังนั้น วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD จึงตอบสนองเป้าหมายของแต่ละบุคคลและสังคม

Lavasani and Khandan (2011) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตยอร์กยาคาตา ประเทศอินโดนีเซีย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 664 คน จาก 30 ห้องเรียนใน 10 ห้องเรียน ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลอง จำนวน 5 โรงเรียน ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิค STAD และกลุ่มควบคุม จำนวน 5 โรงเรียน ได้รับการสอนแบบปกติ สถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ ANCOVA ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Van Dat (2013) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในประเทศเวียดนาม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 74 คน ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย กับกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยในประเทศและต่างประเทศ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้ที่นำแอปพลิเคชันเข้ามามีส่วนร่วมนั้นพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีการพัฒนาที่ดีขึ้น นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่มมากขึ้น อีกทั้งยังรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือ
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน ศึกษาธิการจังหวัดนนทบุรี ในจังหวัดนนทบุรี ที่เปิดสอนในรูปแบบสอนศาสนาอิสลาม ควบคุมสำมะโนจำนวน 3 โรงเรียน จำนวน 408 คน

ตารางที่ 3.1 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน ศึกษาธิการจังหวัดนนทบุรี ในจังหวัดนนทบุรี ที่เปิดสอนในรูปแบบสอนศาสนาอิสลาม ควบคุมสำมะโน

ลำดับที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)		รวม (คน)
		ชาย	หญิง	
1	ญามิอุลฮิกมาน	29	18	47
2	ท่าอิฐศึกษา	101	175	276
3	ธรรมมิศลาม ท่าอิฐ	42	43	85
รวม		172	236	408

ที่มา: สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดนนทบุรี, การสื่อสารระหว่างบุคคล, 2566

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนญามิอุลอิควาน จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียน 47 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยมีขั้นตอนการสุ่มดังนี้

3.1.2.1 สุ่มโรงเรียนโดยการจับสลากมา 1 โรงเรียน จากทั้งหมด 18 โรงเรียน ได้เป็นโรงเรียนญามิอุล-อิควาน อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี

3.1.2.2 สุ่มห้องเรียนชั้นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มา 1 ได้แก่ ม.5/2 ซึ่งมีจำนวนนักเรียน 47 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

3.3 การสร้างเครื่องมือ

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.3.1.2 วิเคราะห์เนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ ตามโครงสร้าง รายวิชาคณิตศาสตร์ ค 31202 เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2565

3.3.1.3 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD และการใช้แอปพลิเคชันในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จากหนังสือ เอกสาร วารสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.3.1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องฟังก์ชัน จำนวน 4 แผน โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ผลการเรียนรู้สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 16 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
1	ฟังก์ชันเชิงเส้น	4
2	ฟังก์ชันกำลังสอง	4
3	ฟังก์ชันขั้นบันได	4
4	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	4
รวม		16

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะ

3.3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมที่เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ได้แก่

- 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการแปลความหมายของผลประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ เป็นดังนี้ (อนุวัติ คุณแก้ว, 2558)

- 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
- 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญได้ของแต่ละแผนดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67

ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดจึงสามารถนำไปใช้ได้

3.3.1.7 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชันตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ การเพิ่มขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิค STAD ในขั้นที่ 2 โดยเพิ่มความชัดเจนในการนำตัวแปรตามให้ชัดเจนมากขึ้น จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ 1 แผนไปทดลองสอนกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองจริง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนญามีอุลลอฮ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ ความเหมาะสมของแอปพลิเคชันที่ใช้ ซึ่งพบว่าต้องมีการปรับให้ผู้เรียนได้ออกมากำหนดฟังก์ชันด้วยตนเองผ่านการใช้แอปพลิเคชัน GeoGebra มากยิ่งขึ้น

3.3.1.8 นำแผนการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากเอกสาร วารสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3.2.2 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง ฟังก์ชัน จากหนังสือเรียนและคู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.3.2.3 สร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งประกอบด้วยทักษะที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา คือ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผนและการตรวจสอบคำตอบ เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 8 ข้อ แล้วคัดเลือกข้อที่มีคุณภาพเหมาะสมจำนวน 4 ข้อ ข้อละ 8 คะแนน รวมเป็น 32 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยกำหนดไว้ 4 ขั้นตอน ตามแบบของทางสสวท. ดังนี้

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน	รายการ
ทำความเข้าใจปัญหา	
2	นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน
1	นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้อย่างถูกต้องเพียงอย่างเดียวหนึ่งเท่านั้น
0	นักเรียนไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้อย่างถูกต้อง หรือไม่ทำ

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

คะแนน	รายการ
วางแผนแก้ปัญหา	
2	นักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับปัญหา
1	นักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง เลือกใช้ตัวดำเนินการผิด สลับลำดับขั้นตอน ทำให้ผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง แต่สอดคล้องกับปัญหา
0	นักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง และไม่สอดคล้องกับปัญหา หรือไม่ทำ
ดำเนินการตามแผน	
2	นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
1	นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนยังไม่ชัดเจน
0	นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง และไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา หรือไม่ทำ
ตรวจสอบ	
2	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
1	สรุปคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน ยังไม่สมบูรณ์
0	ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ทำ

3.3.2.4 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

3.3.2.5 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (index of item objective congruence หรือ IOC) โดยพิจารณาให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

นำคะแนนผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ได้ค่า IOC มีค่าเท่ากับ 1.00

3.3.2.6 ปรับปรุงแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเกณฑ์การประเมินแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขโจทย์ในส่วนของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล เพื่อให้กราฟของฟังก์ชันสามารถเปรียบเทียบกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลอีกข้อหนึ่งได้ ซึ่งแก้ไขดังนี้

โจทย์เดิม : เขียนกราฟ $f(x) = \left(\frac{1}{4}\right)^x$ พร้อมทั้งหาจุดตัดแกน y

แก้ไขเป็น : เขียนกราฟ $f(x) = (2)^x$ พร้อมทั้งหาจุดตัดแกน y

3.3.2.7 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้ (Try out) วัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 35 คน แล้วนำผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาหาค่าความยากง่ายมีค่าตั้งแต่ 0.42 - 0.55 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.28 - 0.36 ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ของคอนบราค มีค่าเท่ากับ 0.86

3.3.2.8 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง เพื่อนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง ฟังก์ชัน จากหนังสือเรียนและคู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3.3.3.2 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบตามเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 3.4 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพุทธิพิสัยของบลูม						จำนวนข้อ
		จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินผล	สร้างสรรค์	
ฟังก์ชันเชิงเส้น	สามารถจำแนกฟังก์ชันเชิงเส้นและฟังก์ชันคงตัวได้	✓	✓		✓			8
ฟังก์ชันกำลังสอง	สามารถเขียนกราฟฟังก์ชันกำลังสองแบบต่าง ๆ ได้	✓	✓		✓			8

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพุทธิพิสัยของบลูม						จำนวนข้อ
		จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินผล	สร้างสรรค์	
ฟังก์ชัน ขั้นบันได	เข้าใจองค์ประกอบและ วิธีการเขียนกราฟฟังก์ชัน ขั้นบันไดได้	✓			✓			8
ฟังก์ชันเอกซ์ โพเนนเชียล	เข้าใจองค์ประกอบและ วิธีการเขียนกราฟฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลได้				✓			8
รวม								30

3.3.3.3 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งวัดจากระดับพุทธิพิสัยตามแนวคิดของ Bloom วัด 4 ระดับ คือ การจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เกณฑ์การตรวจคะแนนข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน และถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

3.3.3.4 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะ

3.3.3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาดังนี้

ให้ +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ให้ 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ให้ -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

3.3.3.6 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อได้เท่ากับ 0.67 - 1.00 โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงแก้ไขดังนี้

- (1) แก้ไขรูปภาพกราฟที่ไม่ชัดเจน ให้มีความชัดเจนในช่วงของสมการขั้นบันไดมากขึ้น
- (2) เปลี่ยนข้อคำถามที่ไม่มีประโยชน์ในการวัดและประเมินผล

3.3.3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนญามิอุลลอฮ์วาน ที่เคยเรียนมาแล้ว จำนวน 35 คน

3.3.3.8 นำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 พบว่า ความยากง่ายมีค่าตั้งแต่ 0.20 – 0.74 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.28- 0.73 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 มีค่าเท่ากับ 0.83 แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมเป็น 20 คะแนน

3.3.3.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจคุณภาพเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองจริง

3.3.4 แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.3.4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม จากเอกสาร วารสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3.4.2 กำหนดโครงสร้างแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 3 ด้านได้แก่ ด้านการสื่อสารภายในกลุ่ม ด้านความละเอียด รอบคอบในการทำงาน และด้านความรับผิดชอบ รวมทั้งหมด 14 ข้อ เป็นลักษณะมาตรวัดค่า 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

3.3.4.3 สร้างแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มตามโครงสร้างที่ได้กำหนดไว้

ตารางที่ 3.5 รายการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน

รายการ	ระดับของพฤติกรรมที่แสดงออก				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านการสื่อสารภายในกลุ่ม					
1. ปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม					
2. ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย					
3. ให้ความร่วมมือกับกลุ่ม					
4. เคารพการทำงานของผู้อื่น					
5. รับฟังความเห็นของผู้อื่น					
ด้านความละเอียด รอบคอบในการทำงาน					
1. มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรองในงานที่ได้รับมอบหมาย					
2. มีการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลต่าง ๆ					

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

รายการ	ระดับของพฤติกรรมที่แสดงออก				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
3. มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน					
4. มีความกระตือรือร้น และหมั่นตรวจสอบความถูกต้องอยู่เสมอ					
5. มีส่วนร่วมในการปรึกษา และตรวจสอบข้อมูล และความถูกต้องภายในกลุ่ม					
ด้านความรับผิดชอบ					
1. ทำงานอย่างเต็มความสามารถ					
2. ทำงานเสร็จสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด					
3. มีความอดทนในการทำงานเมื่อเจออุปสรรคที่ซับซ้อน					
4. ละเว้นการกระทำที่ส่งผลเสียต่อกลุ่ม เช่น การรบกวนเพื่อนในกลุ่มหรือไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม					

เกณฑ์ในการแปลความหมายเป็นดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2564)

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง มีพฤติกรรมอยู่ในระดับ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง มีพฤติกรรมอยู่ในระดับ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง มีพฤติกรรมอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง มีพฤติกรรมอยู่ในระดับ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง มีพฤติกรรมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

3.3.4.4 เสนอแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข

3.3.4.5 นำแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของข้อความที่ใช้ในแบบประเมิน โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาดังนี้

ให้ +1 เมื่อแน่ใจว่าพฤติกรรมที่สังเกตตรงตามวัตถุประสงค์

ให้ 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าพฤติกรรมที่สังเกตตรงตามวัตถุประสงค์

ให้ -1 เมื่อแน่ใจว่าพฤติกรรมที่สังเกตไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

3.3.4.6 นำผลการประเมินความสอดคล้องมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่าได้ค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อได้เท่ากับ 0.67 - 1.00 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ได้

3.3.4.7 นำแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนญามิอุลลอควาน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยการหาค่าความสอดคล้องระหว่างผู้สังเกต โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของเพียร์สันได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.608

3.3.4.8 จัดพิมพ์แบบประเมินที่ผ่านการตรวจคุณภาพเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองจริง

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 แบบแผนการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental design) โดยใช้แบบแผนการวิจัย One group pretest posttest design ดังนี้

	O ₁	X	O ₂
โดย	O ₁		O ₂
	O ₁	X	O ₂
		X	O ₂
	O ₁		O ₂

โดย

O₁ หมายถึง การวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน

O₂ หมายถึง การวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน

3.4.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.4.2.1 ดำเนินการส่งแบบยื่นขอรับพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โครงการวิจัย พร้อมเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดให้ครบถ้วน

3.4.2.2 ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนที่ใช้ในการวิจัย เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูล

3.4.2.3 ชี้แจงรายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทราบ

3.4.2.4 ให้ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest) เพื่อจัดเก็บเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบ

3.4.2.5 ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน เรื่องฟังก์ชัน จำนวน 4 แผน เป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมง กับผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง และประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของผู้เรียนระหว่างเรียนไปด้วย

3.4.2.6 เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ให้ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน (Posttest) เพื่อจัดเก็บเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบ

3.4.2.7 นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของผู้เรียนไปวิเคราะห์ผลโดยวิธีการทางสถิติ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน หลังเรียนกับก่อนเรียน โดยใช้ t-test for dependent samples

3.5.2 เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ t-test for one sample

3.5.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน กับก่อนเรียนโดยใช้ t-test for dependent samples

3.5.4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ t-test for one sample

3.5.5 วิเคราะห์พฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัด และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 สถิติพื้นฐาน

3.6.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2564)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum_{i=1}^n X_i$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2564)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\sum_{i=1}^n X_i^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum_{i=1}^n (X_i)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2 สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.2.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หาได้จากสูตร ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2562)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.2.2 ค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient: α) ของครอนบาค (Cronbach) (อนุกวีตติ์ คุณแก้ว, 2558, น. 219) ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right)$$

- เมื่อ α แทน ค่าความเที่ยงของแบบวัด
 k แทน จำนวนข้อในแบบวัด
 s_i^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ
 s_t^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

3.6.2.3 ค่าความยากง่าย โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (พิชิต ฤทธิจักรุญ, 2557, น. 141)

$$P = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

- เมื่อ P แทน ค่าความยาก
 P_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
 P_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 n แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาดัชนีความยากง่าย ดังนี้

- ค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 หมายถึง ง่ายมาก
- ค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 0.80 หมายถึง ค่อนข้างง่าย
- ค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.40 ถึง 0.59 หมายถึง ปานกลาง
- ค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.39 หมายถึง ค่อนข้างยาก
- ค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.19 หมายถึง ยากมาก

3.6.2.4 อำนาจจำแนก โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (พิชิต ฤทธิจักรุญ, 2557, น. 141)

$$r = \frac{P_H - P_L}{n}$$

- เมื่อ I แทน ค่าอำนาจจำแนก
 P_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
 P_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 n แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาดัชนีความยากง่าย ดังนี้

- ค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.40 ถึง 1.00 หมายถึง ดีมาก
 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.39 หมายถึง ดี
 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.29 หมายถึง ปานกลาง
 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 0.19 หมายถึง ปรับปรุง

3.6.2.5 ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (ปราณี หล้าเบ็ญสะ, 2559)

$$R_{KR-20} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

- เมื่อ K แทน จำนวนข้อสอบ
 p แทน ความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนที่ตอบผิด ($1-p$)
 S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบทดสอบ

3.6.2.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน คำนวณได้จากสูตร
 ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2564)

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

- เมื่อ $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด X
 $\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด Y
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง

$$\sum Y^2 \quad \text{แทน ผลรวมของคะแนนชุด } Y \text{ แต่ละตัวยกกำลังสอง}$$

$$\sum XY \quad \text{แทน ผลรวมของผลคูณระหว่าง } X \text{ กับ } Y$$

$$N \quad \text{แทน จำนวนคนหรือสิ่งที่จะศึกษา}$$

3.6.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.6.3.1 การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าที (t-test for dependent samples) ตามสูตรดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2564)

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

เมื่อ D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
 n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน
 df แทน จำนวนค่าของตัวแปรที่เป็นอิสระ

3.6.3.2 การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ค่าที (t-test for one samples) ตามสูตรดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2564)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, \quad df = n - 1$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 μ_0 แทน เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
 S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 n แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
 df แทน จำนวนค่าของตัวแปรที่เป็นอิสระ

บทที่ 4 ผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับก่อนเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับก่อนเรียน 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 5) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิจัยในรูปแบบตารางประกอบการพรรณนา ซึ่งมีรายละเอียดการนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับก่อนเรียน
2. ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับก่อนเรียน
4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70
5. ผลการศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน

4.1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับก่อนเรียน

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับหลังเรียน

คะแนน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	df	t	p
ก่อนเรียน	47	32	7.79	4.26			
หลังเรียน	47	32	24.02	2.51	46	25.56*	.000

*p < .05

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียน เท่ากับ 7.79 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.26 และหลังเรียนเท่ากับ 24.02 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.51 เมื่อทดสอบสมมติฐานโดยการหาค่าที่ พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70

คะแนน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ 70	\bar{X}	S.D.	df	t	p
หลังเรียน	47	32	22.4	24.02	2.51	46	4.44*	.000

*p < .05

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน หลังเรียน

เท่ากับ 24.02 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.51 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 22.4 คะแนน จากการทดสอบสมมติฐานโดยการหาค่าที่ พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับก่อนเรียน

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับหลังเรียน

คะแนน	จำนวน นักเรียน	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	df	t	p
ก่อนเรียน	47	20	4.60	2.11			
หลังเรียน	47	20	14.64	1.45	46	33.19*	.000

*p < .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าเฉลี่ยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน เท่ากับ 4.60 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.11 และหลังเรียนเท่ากับ 14.64 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.45 เมื่อทดสอบสมมติฐานโดยการหาค่าที่ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70

คะแนน	จำนวน	คะแนน	เกณฑ์	\bar{X}	S.D.	df	t	p
	นักเรียน	เต็ม	ร้อยละ 70					
หลังเรียน	47	20	14	14.64	1.45	46	3.02*	.000

*p < .05

จากตารางที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันเท่ากับ 14.64 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.45 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14 คะแนน จากการทดสอบสมมติฐานโดยการหาค่าที่พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.5 ผลการศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน

4.5.1 พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ในภาพรวมทุกด้าน

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ในภาพรวมทุกด้าน

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย	ลำดับ
ด้านการสื่อสารภายในกลุ่ม	4.22	0.95	มากที่สุด	1
ด้านความละเอียด รอบคอบในการทำงาน	3.97	0.82	มาก	3
ด้านความรับผิดชอบ	4.21	0.74	มากที่สุด	2
คะแนนรวม	4.12	0.67	มาก	

จากตารางที่ 4.5 พบว่า พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ในภาพรวมทุกด้าน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.12$, S.D. = 0.67) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการสื่อสารภายในกลุ่มอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.95) รองลงมาด้านความรับผิดชอบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.74) และด้านความละเอียดรอบคอบในการทำงานอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.97$, S.D. = 0.82) ตามลำดับ

4.5.2 พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ในแต่ละด้าน

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ในแต่ละด้าน

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
ด้านการสื่อสารภายในกลุ่ม			
1.ปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม	4.22	0.95	มากที่สุด
2.ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	3.83	0.97	มาก
3.ให้ความร่วมมือกับกลุ่ม	4.18	0.88	มาก
4.เคารพการทำงานของผู้อื่น	4.41	0.86	มากที่สุด
5.รับฟังความเห็นของผู้อื่น	4.34	0.87	มากที่สุด
รวมด้านการสื่อสารภายในกลุ่ม	4.22	0.56	มากที่สุด
ด้านความละเอียดรอบคอบในการทำงาน			
1.มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรองในงานที่ได้รับมอบหมาย	3.87	0.80	มาก
2.มีการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลต่าง ๆ	3.95	0.79	มาก
3.มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน	3.95	0.79	มาก
4.มีความกระตือรือร้น และหมั่นตรวจสอบความถูกต้องอยู่เสมอ	4.01	0.79	มาก
5.มีส่วนร่วมในการปรึกษา และตรวจสอบข้อมูล และความถูกต้องภายในกลุ่ม	4.05	0.84	มาก
รวมด้านความละเอียดรอบคอบในการทำงาน	3.97	0.82	มาก

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
ด้านความรับผิดชอบ			
1.ทำงานอย่างเต็มความสามารถ	4.21	0.77	มากที่สุด
2.ทำงานเสร็จสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด	4.30	0.69	มากที่สุด
3.มีความอดทนในการทำงานเมื่อเจออุปสรรคที่ซับซ้อน	4.08	0.81	มากที่สุด
4.ละเว้นการกระทำที่ส่งผลเสียต่อกลุ่ม เช่น การรบกวนเพื่อนในกลุ่ม หรือไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	4.24	0.84	มากที่สุด
รวมด้านความรับผิดชอบ	4.21	0.74	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.6 พบว่าพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ด้านการสื่อสารภายในกลุ่มในภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.56) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า เคารพการทำงานของผู้อื่น ($\bar{X} = 4.41$, S.D. = 0.86) อยู่ในระดับมากที่สุด, รับฟังความเห็นของผู้อื่น ($\bar{X} = 4.34$, S.D. = 0.87) อยู่ในระดับมากที่สุด, ปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.95) อยู่ในระดับมากที่สุด, ให้ความร่วมมือกับกลุ่ม ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.88) อยู่ในระดับมาก และปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ($\bar{X} = 3.83$, S.D. = 0.97) อยู่ในระดับมาก ตามลำดับ ด้านความละเอียดรอบคอบในการทำงาน ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.97$, S.D. = 0.82) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้ออยู่ในระดับมาก สามารถจัดเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ มีส่วนร่วมในการปรึกษา และตรวจสอบข้อมูล และความถูกต้องภายในกลุ่ม ($\bar{X} = 4.05$, S.D. = 0.84), มีความกระตือรือร้น และหมั่นตรวจสอบความถูกต้องอยู่เสมอ ($\bar{X} = 4.01$, S.D. = 0.79), มีการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลต่าง ๆ และมีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน ($\bar{X} = 3.95$, S.D. = 0.79) และมีการไต่ถามครู ใตรตรงในงานที่ได้รับมอบหมาย ($\bar{X} = 3.87$, S.D. = 0.80) ตามลำดับ ด้านความรับผิดชอบในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.74) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้ออยู่ในระดับมากที่สุด สามารถจัดเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ ทำงานเสร็จสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.69), ละเว้นการกระทำที่ส่งผลเสียต่อกลุ่ม เช่น การรบกวนเพื่อนในกลุ่ม หรือไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ($\bar{X} = 4.24$, S.D. = 0.84), ทำงานอย่างเต็มความสามารถ ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.77) และมีความอดทนในการทำงานเมื่อเจออุปสรรคที่ซับซ้อน ($\bar{X} = 4.08$, S.D. = 0.81) ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยดำเนินวิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับก่อนเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับก่อนเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70
5. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน

สมมติฐานการวิจัย

1. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน สูงกว่าก่อนเรียน
2. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันสูงกว่าก่อนเรียน
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
5. พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน ศึกษาธิการจังหวัดนนทบุรี ในจังหวัดนนทบุรี ที่เปิดสอนในรูปแบบสอนศาสนาอิสลาม ควบคู่สามัญ จำนวน 3 โรงเรียน จำนวน 408 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนญามีอัลลอฮ์อิกวาน จำนวน 47 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน เรื่องฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ เวลา 16 ชั่วโมง
2. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ
3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ ตามแนวคิดของบลูม คือ ความจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการวิเคราะห์
4. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย ด้านการสื่อสารภายในกลุ่ม ด้านความละเอียด รอบคอบในการทำงาน และด้านความรับผิดชอบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนญามีอัลลอฮ์อิกวาน จำนวน 47 คน โดยดำเนินการวิจัยตามแบบแผนการวิจัยแบบทดลองกลุ่มเดียว One group pretest posttest design และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ดำเนินการส่งแบบยื่นขอรับพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โครงร่างการวิจัย พร้อมเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดให้ครบถ้วน
2. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนที่ใช้ในการวิจัย เพื่อขออนุญาต เก็บข้อมูล
3. ชี้แจงรายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทราบ
4. ให้ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest) เพื่อจัดเก็บเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบ
5. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน เรื่องฟังก์ชัน จำนวน 4 แผน เป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมง กับผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง และประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของผู้เรียนระหว่างเรียนไปด้วย

6. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ให้ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน (Posttest) เพื่อจัดเก็บเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบ

7. นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของผู้เรียนไปวิเคราะห์ผลโดยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน หลังเรียนกับก่อนเรียน โดยใช้ t-test for dependent samples

2. เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ t-test for one sample

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน กับก่อนเรียนโดยใช้ t-test for dependent samples

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ t-test for one sample

5. วิเคราะห์พฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัย ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

5.1.2 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

5.1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

5.1.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

5.1.5 พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับ แอปพลิเคชัน อยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัย ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน เป็นการนำเอาแอปพลิเคชันเข้ามาช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียน พร้อมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นทั้งภายในกลุ่ม และภายในชั้นเรียน ให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน พึ่งพากัน และร่วมกันตัดสินใจหรือแก้ปัญหาพร้อมกันภายในกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุถึงเป้าหมายที่ได้ตั้งเอาไว้ โดยมีครูเป็นผู้จัดกลุ่มตามความสามารถของผู้เรียน สมาชิกภายในกลุ่มจะมีทั้งหมด 4-5 คน ประกอบด้วยผู้เรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยดูจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นเรียนเป็นหลัก พร้อมทั้งจัดตั้งกฎ กติกาภายในกลุ่ม เพื่อร่วมกันแสดงความคิดเห็นให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือ และร่วมกันแก้ปัญหาพร้อมกันภายในกลุ่ม ซึ่งครูได้นำเอาแอปพลิเคชันเข้ามาช่วยในขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ พร้อมทั้งได้เล่นเกมบนแอปพลิเคชัน Quizizz ผู้เรียนเกิดความสนุกสนาน และได้ทบทวนพร้อมทั้งเกิดข้อสงสัยในบางข้อคำถามนำไปสู่การพยายามหาคำตอบจากบทเรียนมากขึ้น แต่ในผู้เรียนบางคนอาจไม่พร้อมในด้านของอินเทอร์เน็ต สมาชิกในกลุ่มจึงต้องมีการแบ่งปันสัญญาณอินเทอร์เน็ตให้กัน ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าในการเล่นไปบางส่วน และเมื่อเข้าสู่บทเรียน สมาชิกในกลุ่มจะมีการช่วยเหลือกัน มีการกระตุ้นกันให้สนใจในบทเรียน เพื่อให้กลุ่มตนเองได้รับคะแนนพิเศษจากครู โดยผู้เรียนที่เก่งจะคอยมีหน้าที่คอยให้คำปรึกษาและช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม ผู้เรียนที่อ่อนจะเกิดความสนใจและกระตือรือร้นมากขึ้นเพื่อไม่ให้ตนเองเป็นตัวถ่วงหรือเป็นคนที่ทำให้กลุ่มเสียคะแนน จึงส่งผลให้ภายในกลุ่มเกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกันเป็นอย่างดี โดยจะมีครูคอยให้คำปรึกษา และคอยอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนที่ต้องการขอคำปรึกษาเพิ่มเติม เมื่อจบการเรียนรู้แบบ

ร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ผู้เรียนที่อ่อนและปานกลาง เกิดความมั่นใจในการทำแบบวัดทักษะมากขึ้น และเข้าใจในเนื้อหาได้มากขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีคะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำเอาแอปพลิเคชัน GeoGebra มาช่วยในการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องฟังก์ชันเพิ่มมากขึ้น และเรียนรู้ได้เร็วขึ้น เนื่องจาก GeoGebra เป็นแอปพลิเคชันที่สามารถสร้างกราฟหรือพิมพ์ฟังก์ชันขึ้นมาได้เลย ซึ่งทำให้ผู้เรียนเห็นกราฟได้ทันที ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และเห็นข้อแตกต่างของแต่ละฟังก์ชันได้ทันทีเมื่อแอปพลิเคชันประมวลผลเสร็จสิ้น สอดคล้องกับที่เว็บไซต์ GeoGebra (<http://www.geogebra.org>) กล่าวไว้ว่า โปรแกรม GeoGebra เป็นเครื่องมือคณิตศาสตร์ ที่สามารถทำผ่านเว็บได้เลย และยังเป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างกราฟ หรือสร้างเรขาคณิตต่าง ๆ มากมาย รองรับได้ถึง 46 ภาษา รวมทั้งภาษาไทย สามารถเก็บงานที่ทำไว้ใน Google Drive และ เป็นฟรีซอฟต์แวร์คณิตศาสตร์สำหรับทุกระดับการศึกษาที่ศึกษาเรขาคณิต, พีชคณิต, กราฟและแคลคูลัส อีกทั้งการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD นี้เป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เป็นด้วยกันเป็นกลุ่ม ส่งผลให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ร่วมกัน สามารถสอบถามข้อสงสัยกับผู้เรียนภายในกลุ่มได้ ทำให้เกิดการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม และผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ที่อยู่ในระดับเก่งถึงปานกลาง ก็สามารถที่จะให้ข้อเสนอแนะ หรือข้อชี้แนะกับผู้เรียนภายในกลุ่มของตนเองได้ ได้รับการฝึกฝนบ่อย ๆ ผ่านการทำโจทย์ปัญหาในเรื่องฟังก์ชันจากแบบฝึกหัดหรือการทบทวนความรู้ผ่านแอปพลิเคชัน Quizizz หรือการวาดกราฟผ่านแอปพลิเคชัน GeoGebra ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มจากเดิมมากขึ้น

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของงานวิจัยของ บัวลี เขียววงศา (2559) ได้ศึกษาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและระบบสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ งานวิจัยของพรพงศ์ นวลศิริ และ ขวลิต บุญปก (2562) ที่พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) คิดเป็นร้อยละ 76.28 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD (Student Teams Achievement Divisions) ร่วมกับแอปพลิเคชัน Quizizz และ GeoGebra ที่ผู้วิจัยใช้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 จัดกลุ่ม เป็นการจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน โดยภายในกลุ่มความสามารถของนักเรียนประกอบด้วยนักเรียนที่เรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยดูจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นเรียนเป็นหลัก เมื่อให้นักเรียนจับกลุ่มแล้ว ครูผู้สอนมีการวาง กฎ กติกาและกำกับให้นักเรียนต้องรับผิดชอบและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ซึ่งผลคะแนนการทดสอบจะมีผลต่อการพิจารณาคะแนนของกลุ่ม

ขั้นที่ 2 นำเสนอบทเรียน เป็นการสอนเนื้อหาให้กับนักเรียนแต่ละคน โดยทุกกลุ่มได้รับการสอนเนื้อหาเหมือนกันทั้งหมด และให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบฝึกหัด โดยสมาชิกภายในกลุ่มจะร่วมกันลงมือแก้โจทย์ปัญหา และมีการพูดคุยให้คำปรึกษา ร่วมกันภายในกลุ่ม และมีการนำแอปพลิเคชันเข้ามาใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน ได้แก่ 2.1) การนำเข้าสู่บทเรียนและทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แอปพลิเคชัน Quizizz เพื่อประเมินความรู้ก่อนเรียน และสร้างความน่าสนใจในเนื้อหาให้นักเรียน และ 2.2) สอนเนื้อหาให้นักเรียน โดยใช้แอปพลิเคชัน GeoGebra เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัดผ่านการใช้แอปพลิเคชัน GeoGebra และปรึกษาพูดคุยกันภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบ หลังจากการจัดการเรียนการสอนผ่านพ้นไปแล้ว นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคลผ่านแอปพลิเคชัน Quizizz เพื่อวัดความรู้และความเข้าใจในบทเรียนและไม่อนุญาตให้ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม หรือภายในชั้นเรียน ซึ่งเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว ครูผู้สอนจะต้องมีการจัดทำคะแนนการพัฒนา ทั้งรายสมาชิกและรายกลุ่มด้วย

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ เป็นการตรวจคำตอบของนักเรียนทุกคนเพื่อนำคะแนนมาเก็บเป็นคะแนนกลุ่ม และคะแนนพัฒนาการของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ประกาศรางวัล เป็นการประกาศผลงานของกลุ่มที่ได้คะแนนสูง เพื่อรับรองและยกย่องชมเชยในรูปแบบต่าง ๆ ให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้รับรู้

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนข้างต้นทำให้นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างกระตือรือร้น ช่วยให้นักเรียนเห็นภาพแนวคิดทางคณิตศาสตร์ สร้างแบบจำลอง และจัดการกับตัวแปรด้วยแอปพลิเคชัน GeoGebra อีกทั้งเทคนิค STAD ยังส่งเสริมให้นักเรียนที่เก่งกว่าได้ช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อนกว่าให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน Quizizz และ GeoGebra ยังช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหา ร่วมกัน นักเรียนสามารถทำงานเป็นทีมเพื่อตอบคำถาม ช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน การอภิปราย และการแบ่งปันความรู้ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน Quizizz และ GeoGebra ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการฝึกฝนการคิดไตร่ตรอง หลังจากทำแบบทดสอบหรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เสร็จแล้ว นักเรียนสามารถสะท้อนผลการปฏิบัติงานและประเมินความเข้าใจของตนเองได้ ซึ่งนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป

สอดคล้องกับทฤษฎีของ ทิชานา แคมมณี (2564) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือส่งผลดีต่อผู้เรียนในด้านต่าง ๆ กล่าวคือ ช่วยให้ผู้เรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้เรียนมีความสัมพันธ์ระหว่างกันดีขึ้น มีน้ำใจนักกีฬา ใส่ใจผู้อื่นมากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัย

ของ บัวลี เขียววงศา (2559) ที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและระบบสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และงานวิจัยของ สุณารี นวลจันทร์ (2562) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเกมคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของจากรุวรรณ ปะกิกา (2561) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.3 พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน Quizziz และ GeoGebra ช่วยให้ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน การสื่อสาร การกำหนดเป้าหมายร่วมกัน ซึ่งจำเป็นต่อการพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน เกี่ยวกับการสร้างทีมทำงานร่วมกัน เทคนิค STAD มีการแบ่งนักเรียนออกเป็นทีมที่มีความสามารถคละกัน การกำหนดเป้าหมายร่วมกันและการพึ่งพาซึ่งกัน การพึ่งพากันนี้ส่งเสริมความรู้สึกของการทำงานร่วมกันและการทำงานเป็นทีม สมาชิกในทีมแต่ละคนสามารถมีส่วนร่วมในการอภิปรายภายในทีมของตนเพื่อวางแผนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และช่วยให้นักเรียนมีการสื่อสารกันทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบคำตอบ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน Quizziz และ GeoGebra ครูจึงสร้างโอกาสให้กับนักเรียนในการทำงานร่วมกัน การสื่อสาร เป้าหมายที่มีร่วมกัน การสนับสนุน และการสะท้อนคิด องค์ประกอบเหล่านี้มีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน เหตุผลดังกล่าวสอดคล้องกับ Johnson et al. (1994, อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2564) ที่กล่าวถึง องค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ว่าประกอบด้วย 1) การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน (Positive Interdependence) 2) การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด (Face-to-face promotive interaction) 3) ความรับผิดชอบที่ของสมาชิกแต่ละคน (Individual Accountability) 4) การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and Small-group skills) หลายประการ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร และ 5) ทักษะการแก้ปัญหาขัดแย้ง รวมทั้งการเคารพ ยอมรับ และไว้วางใจกันและกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุณารี นวลจันทร์ (2562) ได้ศึกษาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการทำงานกลุ่ม เรื่อง ระบบจำนวนจริง โดยการจัดการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเกมคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเกมคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีก

ทั้งในการวิจัยนี้พฤติกรรมการทำงานกลุ่มในด้านความรับผิดชอบพบว่าในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดซึ่งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของจารุวรรณ ปะกิกา (2561) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน มีคุณลักษณะความรับผิดชอบโดยรวมอยู่ในระดับดีซึ่งเป็นไปทิศทางเดียวกันกับงานวิจัย แต่เมื่อพิจารณาในด้านความละเอียดรอบคอบในการทำงานพบว่าในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าในด้านความรับผิดชอบนี้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมื่อต้องทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่มแล้ว ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการทำงานแต่ยังขาดความละเอียดถี่ถ้วนในการตรวจคำตอบหรือความกระตือรือร้นในการตรวจสอบความถูกต้องของตนเอง ทำให้ครูผู้สอนต้องมีการเน้นย้ำ และคอยตรวจสอบแบบฝึกหัดของนักเรียนอยู่เสมอ

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ผู้สอนควรให้ความสำคัญต่อการจัดกลุ่มผู้เรียนโดยกำหนดระยะเวลาในการจัดกลุ่มที่แน่นอน และคอยการกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้เกิดการปรับปรุงตนเองอย่างต่อเนื่อง

5.3.1.2 การนำแอปพลิเคชัน Quizizz และ GeoGebra มาใช้นั้น ผู้สอนควรมีการเตรียมความพร้อมทั้งตัวผู้นำเสนอ และผู้ใช้งาน และพิจารณาบริบทของโรงเรียนให้มีความพร้อมกับการเรียนการสอนที่ต้องนำแอปพลิเคชันเข้ามาใช้ มีการอธิบายตัวแอปพลิเคชันเพื่อให้เกิดความเข้าใจในตัวแอปพลิเคชัน และมีการเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนการใช้งาน เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่น ไม่เสียเวลาในการเรียนการสอน จนเลยเวลาคาบการสอน

5.3.1.3 การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของผู้เรียน ควรมีการประเมินอย่างละเอียดรอบคอบ นอกเหนือจากการประเมินจากการสังเกตในชั้นเรียนแล้ว ควรมีการประเมินจากงานที่ผู้เรียนทำในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดความถูกต้องในการประเมินมากยิ่งขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ ในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ เช่นกัน

5.3.2.2 ควรมีการมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคอื่น ร่วมกับแอปพลิเคชันอื่น ๆ นอกเหนือจากแอปพลิเคชัน Quizizz และ GeoGebra

5.3.2.3 ควรมีการศึกษาดูผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันในด้านความสามารถทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรกนก คลังบุญครอง. (2555). *เว็บแอปพลิเคชันช่วยแม่ดูแลสุขภาพและบันทึกพัฒนาการของลูก* (รายงานโครงการ). ภาควิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. <https://opac.lib.kmutt.ac.th/vufind/Record/1293111>
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2540). *แนวทางการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ*. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กัญจนา ลินทร์ตันศิริกุล. (2557). เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัย หลักสูตรและการเรียนการสอน* หน่วยที่ 8-11. (พิมพ์ครั้งที่ 5, น. 1-81). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- คณะกรรมการการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์. (2562). *การใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในแนวทางที่หลากหลาย* (คู่มือการจัดการความรู้). คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. http://www.edu.ru.ac.th/images/edu_KM/km-poster-2562-03.pdf
- จรัส พิเลิศ. (2564). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม]. คลังข้อมูลวิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. <http://202.28.34.124/dspace/handle123456789/1173>
- จารุวรรณ ปะกิกา. (2561). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน และคุณลักษณะความรับผิดชอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม]. RMU Library catalog. <https://opac.rmu.ac.th/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=127293>
- ฉันทพัฒน์ อุตตะมา. (2556, 19 พฤศจิกายน). *การจัดการเรียนรู้แบบ STAD*. GotoKnow. <https://www.gotoknow.org/posts/553956>
- ชนาธิป พรกุล. (2557). *การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้* (พิมพ์ครั้งที่ 3). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2564). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 15). ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ทิตนา แคมมณี. (2545). *กลุ่มสัมพันธ์เพื่อการทำงานและการจัดการเรียนการสอน*. นิชนแอตเวอร์ไทซิ่ง กรุ๊ป.
- ทิตนา แคมมณี. (2564). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้อที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 23). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรพล พากเพียรกิจ. (2558). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดและการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. คลังปัญญาจุฬาฯ. <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/50092>
- บัวลี เขียววงศา. (2559). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคSTADของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา]. Burapha University Library. <https://webopac.lib.buu.ac.th/catalog/Bibitem.aspx?BibID=b00228012>
- บุศญา อิ่มแก้ว. (2557). *ผลการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดกับแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- ประพัฒศิริ อินทธีรา. (ม.ป.ป.). *ทักษะในศตวรรษที่ 21*. นิเทศออนไลน์. <http://prapinsiri.esdc.go.th/home/thaksa-ni-stwrrs-thi-21>
- ปราณี หล้าเบ็ญสะ. (2559, 11 มิถุนายน). การหาคคุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินผล. ใน *เอกสารประกอบการอบรมโครงการบริการวิชาการทำสาปโมเดล*. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. <https://bit.ly/3ZrKj7Y>
- พรพวงค์ นวลศิริ และ ชวลิต บุญปก. (2562). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD). *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 12(4), 551-569. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/186208>
- พฤติกรรมการทำงานเป็นทีม. (2557). <https://sites.google.com/site/teambuilding246/phvtikrrm-kar-thangan-pen-thim>
- พิชิต ฤทธิจรรณ. (2550). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.
- พิชิต ฤทธิจรรณ. (2552). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.
- พิชิต ฤทธิจรรณ. (2557). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์

บรรณานุกรม (ต่อ)

- พินดา วราสุนันท์. (2555). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. ม.ป.พ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *Storyline approach: หน่วยการเรียนรู้สู่การเรียนรู้การเขียนการสอ*
แบบบูรณาการเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล วรคำ. (2562). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 11). ตักสิลาการพิมพ์.
- มณี ผ่านจันทาร, สมประสงค์ เสนารัตน์ และ คันธทรัพย์ ชมพูพาทย์. (2564). การพัฒนาแบบทดสอบทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารการ*
วัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 27(2), 221-235. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jemmsu/article/view/243586>
- ยีนยง กันทะเนตร. (ม.ป.ป.). *องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์เคลื่อนที่ด้านซอฟต์แวร์* [PowerPoint Slides].
<https://www.ict.up.ac.th/yeunyong/files/230111/chapter2.ppt>
- ยุพา สำเลิศรัมย์ และ กมลทิพย์ ศรีหาเศษ. (2560). การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา
วิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวข้อสอบในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับ
นานาชาติ (PISA). *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, 19(2), 21-
34. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jhssrru/article/view/121690>
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2556). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 11). สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์. (2545). *ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทาง*
คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย]. คลังปัญญาจุฬาฯ. <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/279>
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- รุ่งโรจน์ ศรีจันทร์แก้ว, ปกรชัย เมืองโคตร, และ นลิตา ภูสีฤทธิ์. (2565). ผลของการใช้แอปพลิเคชันคาฮูท
(Kahoot) ที่มีต่อพุทธิพิสัยด้านความรู้ความจำ เรื่อง พื้นฐานอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารสหวิทยาการวิจัยและนวัตกรรมการศึกษา*, 1(1), 1-15. <https://so08.tci-thaijo.org/index.php/JIREI/article/view/117>
- โรงเรียนภูมิจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2564). *รายงานผลการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self-Assessment Report: SAR)*. ม.ป.พ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- วารสารณ สุวรรณวงศ์. (2545). ผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยการแบ่งกลุ่มตามสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์]. คลังปัญญา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. <http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2010/6465>
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (พิมพ์ครั้งที่ 2). แอลทีเพลส.
- วีรศักดิ์ จันทร์สุข. (ม.ป.ป.). ความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น. <http://www.krurock.com/T33101/index.php>
- วุฒิชัย ภูติ. (2563). การสอนคณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล: วิธีการและเครื่องมือ. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(2), 190-199. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSSE/article/view/241265>
- ศูนย์ข้อมูล Data Center Building Blocks Page. (ม.ป.ป.). Cisco. https://www.cisco.com/web/TH/solutions/brdc/blocks_optimization.html
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. ซีเอ็ดยูเคชั่น
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561, 25 พฤษภาคม). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. คลังความรู้ SciMath. <https://www.scimath.org/ebook-mathematics/item/8379-2560-2551-8379>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562, 3 ธันวาคม). การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2018. <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-12>
- สมเดช บุญประจักษ์. (2544). แนวคิดในการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 44(509), 33-38.
- สายพิณ ล้าเลิศ. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการ RMTร่วมกับแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. คลังปัญญาจุฬาฯ. <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/51307>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
https://academic.obec.go.th/images/document/1580786328_d_1.pdf
- สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *การวิจัยในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้*. โรงพิมพ์การศาสนา.
- สิริพร ทิพย์คง. (2542). *งานวิจัยการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2521-2542*. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. ศูนย์พัฒนาหนังสือ กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุนารี นวลจันทร์. (2562). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการทำงานกลุ่ม เรื่องระบบจำนวนจริง โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเกมคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยทักษิณ]. DSpace Repository.
<http://ir.tsu.ac.th/xmlui/123456789/356>
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2547). *19 วิธีการจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. ภาพพิมพ์.
- หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา (ม.ป.ป.). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง*. โรงพิมพ์การศาสนา.
- อนูวัติ คุณแก้ว. (2558). *การวัดผลและประเมินผลการศึกษาแนวใหม่*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรรณณ ตันสุวรรณรัตน์. (2552). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. คลังปัญญา จุฬาฯ. <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/18148>
- อัญญาณี สุมาน และ อุทิศ บำรุงชีพ. (2560). *วิธีแห่งการคิดทางคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้เชิงรุกสำหรับการศึกษาไทย 4.0*. *วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม*, 13(2), 14-29. <https://ojs.lib.buu.ac.th/index.php/social/article/view/5114>
- อัมพร ม้าคอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Mango. (ม.ป.ป.). *Application แอปพลิเคชัน คืออะไร*. <https://bit.ly/3tfmBA0>
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Baroody, A. J., & Coslick, R. T. (1993). *Problem solving, reasoning, and communicating, K-8: helping children think mathematically*. Merrill.
- Charles, R., Lester, F., & O'Daffer, P. (1987). *How to evaluate progress in problem-solving*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Contreras, F. E. (2005). Access, achievement, and social capital: Standardized exams and the Latino college-bound population. *Journal of Hispanic Higher Education, 4*(3), 197-214. <https://doi.org/10.1177/1538192705276546>
- Gick, M. L. (1986). Problem-solving strategies. *Educational Psychologist, 21*(1-2), 99–120. <https://doi.org/10.1080/00461520.1986.9653026>
- Hatfield, M. M., Edwards, M. T., & Bitter, G. G. (1993). *Mathematics methods for the elementary and middle school* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1994). *Learning together and alone: cooperative, competitive, and individualistic learning* (4th ed.). Prentice-Hall.
- Johnson, D. A., & Rising, G. R. (1969). *Guidelines for teaching mathematics*. Wadsworth Publishing.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: a handbook for elementary school teachers*. Allyn & Bacon.
- Lavasani, M. G., & Khandan, F. (2011). Mathematic anxiety, help Seeking behavior and cooperative learning. *Cypriot Journal of Educational Sciences, 6*(2), 61-74. https://www.researchgate.net/publication/266604840_Mathematic_anxiety_help_seeking_behavior_and_cooperative_learning
- Likert, R. (1961). *New patterns of management*. McGraw-Hill.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principle and standards for school mathematics: an overview* (3rd ed.). National Council of Teachers of Mathematics.
- Polya, G. (1971). *How to solve it: a new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Polya, G. (1988). *How to solve it: a new aspect of mathematical method* (2nd ed). Princeton University Press.
- Ross, C. C., & Stanley, J. C. (1967). *Measurement in today's schools*. Prentice-Hall.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Shafiuddin, M. (2010). Cooperative learning approach in learning mathematics. *International Journal of Educational Administration*, 2(4), 589-595.
- Slavin, R. E. (1978). *Using student team learning* (The Johns Hopkins Team Learning Project). Center for Social Organization of School, The John Hopkins University.
<https://eric.ed.gov/?id=ED237623>
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: theory, research, and practice* (2nd ed.). Allyn and Bacon.
- Van Dat, T. (2013). Effects of student teams achievement division (STAD) on academic achievement, and attitudes of grade 9th secondary school students towards mathematics. *International Journal of Sciences*, 2(04), 5-15.
<https://www.ijsciences.com/pub/article/170>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ

1. รศ.ดร.นิศากร สัจวาระนที อาจารย์ประจำแขนงวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ สาขา
วิทยาศาสตร์และนวัตกรรม คณะวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
2. ดร.สุตคณิง นฤพนธ์จิรกุล อาจารย์ประจำสาขาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัย
ครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
3. นายจำเนียร หงษ์คำมี ข้าราชการครู คศ.3 ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญ
การพิเศษ สอนประจำวิชาคณิตศาสตร์ ระดับ
มัธยมศึกษา โรงเรียนบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี



ที่ มขบ 0414(1)/1114

9 มกราคม 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.นิศากร สัจวารณที่

อาจารย์ประจำแขนงวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ สาขาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือวิจัย จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นางสาววรรณดี อางหาญ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.โลว พิกษา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.พงษ์กัญญา แม่นโกศล)

คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์ ปฏิบัติหน้าที่แทน

อธิการบดี



สำนักงานเลขานุการวิทยาลัยครุศาสตร์

โทร.02-954-7300 ต่อ 427, 648, 649

(นางสาววรรณดี อางหาญ 083 820 6910)



บันทึก
Memorandum

ที่ วค.0414(1)/268 วันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2566
จาก คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์
เรียน อาจารย์ ดร.สุศคนึง นฤพนธ์จิรกุล
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือวิจัย จำนวน 1 ฉบับ

เรื่อง ขออนุญาตครุภัณฑ์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

ด้วย นางสาววรรณดี อางหาญ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พิภพขาว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาต และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(อาจารย์ ดร.พงษ์ภิญโญ แม้นโกศล)
คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์



วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
โทรศัพท์ 02-954-7300 ต่อ 648
(นางสาววรรณดี อางหาญ 083 820 6910)



ที่ มธบ 0414(1)/1114

9 มกราคม 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นายจำเนียร หงษ์คำมี

ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางบัวทอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือวิจัย จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นางสาววรรณดี อาจหาญ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พิกขาว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ วิทยาลัยคุศศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตฯ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.พงษ์กัญญา แม็กโกศล)
คณบดีวิทยาลัยคุศศาสตร์ ปฏิบัติหน้าที่แทน
อธิการบดี



สำนักงานเลขาธิการวิทยาลัยคุศศาสตร์
โทร. 02-954-7300 ต่อ 427, 648, 649
(นางสาววรรณดี อาจหาญ 083 820 6910)

ภาคผนวก ข
หนังสือขอความอนุเคราะห์



ที่ มชน. 0414(1)/1166

4 เมษายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนญวมิถุ์ลือควาน

ด้วย นางสาวรภานต์ อาจหาญ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันต่อทักษะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ไฉ พิกขาว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์

ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์จะทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่าน จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดอนุญาตให้นักศึกษาได้ทำการเก็บ ข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.พงษ์วิญญู แม่นโกศล)
คณบดีวิทยาลัยครุศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
อธิการบดี



วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
โทรศัพท์ 02-9547300 ต่อ 427, 648, 649
(ผู้ประสานงาน : นางสาวรภานต์ อาจหาญ โทร.083-820-6910)

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต 110/1-4 ถนนประชาชื่น แขวงดินเี่ง นวมินทร์ 10210
Dhurakij Pundit University 110/1-4 Prachachuen Road, Laksi, Bangkok 10210, Thailand
Tel. (66) 2954-7300 www.dpu.ac.th

ภาคผนวก ค
เอกสารรับรองจริยธรรมในมนุษย์



ที่ DPU_BSH 140666/2565

วันที่ 14 มิถุนายน 2565

จาก คณะกรรมการพิจารณางานวิจัยด้านพฤติกรรมศาสตร์ สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพกิจบัณฑิตย (DPU_BSH)
เรียน นางสาวรภานต์ อัจฉาญ

บันทึก

Memorandum

เรื่อง แจ้งผลการตรวจสอบโครงการวิจัย

ตามแนวปฏิบัติในการดำเนินการวิจัยในมนุษย์ด้านพฤติกรรมศาสตร์ สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์

ตามที่ นางสาวรภานต์ อัจฉาญ สังกัด วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพกิจบัณฑิตย ได้ขอความอนุเคราะห์ให้ คณะกรรมการพิจารณางานวิจัยด้านพฤติกรรมศาสตร์ สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ (DPU_BSH) ตรวจสอบเอกสารการประเมินตนเองเกี่ยวกับแนวปฏิบัติในการดำเนินการวิจัยในมนุษย์ด้านพฤติกรรมศาสตร์ สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ของโครงการวิจัย เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน เพื่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5"

จากการตรวจสอบโดยพิจารณาเอกสารแนบ ได้แก่ 1) แบบตรวจสอบ DPU_BSH Checklist 2) รายละเอียดศพบท/หัวข้อ "วิธีการดำเนินการวิจัย" และ 3) เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลของโครงการวิจัย

ทางคณะกรรมการฯ ได้พิจารณาโดยอ้างอิงเกณฑ์ตามประกาศของสำนักคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) เรื่อง แนวทางปฏิบัติในการดำเนินการวิจัยในมนุษย์ด้านพฤติกรรมศาสตร์ สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ เลขที่ อว 6309.FB 6.1/1/2564 ลงวันที่ 18 มีนาคม 2564 ข้อ (3) แล้ว เห็นควรว่า การดำเนินการวิจัยของโครงการวิจัยข้างต้น เข้าข่ายการประเมินจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ลงนาม.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อิศรินทร์ แสงพิบูล)

ประธานคณะกรรมการพิจารณางานวิจัยด้านพฤติกรรมศาสตร์ สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์

วันที่ 14 / มิถุนายน / 2565



โทร. 632, 128 (อ. วรณพันธ์/ อ.ดร. จตุพร)

DPU_BSH

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



หน่วยการเรียนรู้ที่2..... เรื่องฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear Function).....
รหัสรายวิชาค32102..... วิชาคณิตศาสตร์..... กลุ่มสาระฯ.....คณิตศาสตร์.....
วันที่18 พฤษภาคม 2566..... เวลา4.... ชั่วโมง ชั้น.....ม.5.....

มาตรฐานการเรียนรู้

ค 1.2 ม.5/1 ใช้ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชันอธิบายสถานการณ์ที่กำหนด

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้คาดหวัง

ตัวชี้วัด ใช้ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชันอธิบายสถานการณ์ที่กำหนด

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกลักษณะและหาค่าของฟังก์ชันเชิงเส้นและฟังก์ชันคงตัวได้ (K)
2. นักเรียนสามารถเขียนกราฟฟังก์ชันเชิงเส้นจากความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ได้ (P)
3. ตั้งใจและรับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

สาระสำคัญ

ฟังก์ชันเชิงเส้น คือ ฟังก์ชันที่มีสมการอยู่ในรูป " $y=ax+b$ " เมื่อ a, b เป็นจำนวนจริงและ " $a \neq 0$ " จากฟังก์ชัน $y = ax + b$ ถ้า " $a=0$ " จะได้ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป " $y=b$ " ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรงที่ขนานกับแกน x จะเรียกฟังก์ชันแบบนี้ว่า ฟังก์ชันคงตัว (Constant Function)

สาระการเรียนรู้

ความรู้

ฟังก์ชันเชิงเส้น คือ ฟังก์ชันที่มีสมการอยู่ในรูป " $y=ax+b$ " เมื่อ a, b เป็นจำนวนจริงและ " $a \neq 0$ " จากฟังก์ชัน $y = ax + b$ ถ้า " $a=0$ " จะได้ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป " $y=b$ " ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรงที่ขนานกับแกน x จะเรียกฟังก์ชันแบบนี้ว่า ฟังก์ชันคงตัว (Constant Function)

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
 - 1) ทักษะการเชื่อมโยง
 - 2) ทักษะการคิดหลากหลาย

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ตั้งใจและรับผิดชอบในการทำงาน
2. ทำงานด้วยความเพียรพยายาม

ชิ้นงานหรือภาระงาน

แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1 -2

ชั้นที่ 1 จัดกลุ่ม

1. จัดนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน โดยภายในกลุ่มคละความสามารถของนักเรียน ประกอบด้วยนักเรียนที่เรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยดูจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นเรียนเป็นหลัก เมื่อนักเรียนจับกลุ่มแล้วมีการวาง กฎ กติกา และกำชับให้นักเรียนต้องรับผิดชอบและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ซึ่งผลคะแนนการทดสอบจะมีผลต่อการพิจารณาคะแนนของกลุ่ม

ชั้นที่ 2 นำเสนอบทเรียน

2. นักเรียนแต่ละคนร่วมกันทำแบบทดสอบก่อนเรียนผ่านแอปพลิเคชัน Quizizz
3. ทบทวนความรู้ของนักเรียนโดยตั้งคำถามว่า “จากรูปในหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ม.5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนคิดว่าลักษณะกราฟทั้งสองภาพเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง”
4. นักเรียนร่วมกันเสนอความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม โดยมีครูคอยให้ความช่วยเหลือ
5. เปิดแอปพลิเคชัน GeoGebra เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น โดยอธิบายเพิ่มเติมในลักษณะของกราฟว่า ฟังก์ชันในข้อ 1) และ ข้อ 2) มีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรง เรียกว่า เป็น “ฟังก์ชันเชิงเส้น” ซึ่ง “ฟังก์ชันเชิงเส้น” คือฟังก์ชันที่มีสมการอยู่ในรูป $y = ax + b$ เมื่อ a, b เป็นจำนวนจริง และ $a \neq 0$ จากฟังก์ชัน $y = ax + b$ ถ้า $a = 0$ จะได้ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = b$ ซึ่งกราฟเป็นเส้นตรงที่ขนานกับแกน X จะเรียกฟังก์ชันแบบนี้ว่า “ฟังก์ชันคงตัว”
6. นำเสนอฟังก์ชัน $y_1 = 5x$ และ $y_2 = 8x$ ผ่านแอปพลิเคชัน GeoGebra สามารถเขียนกราฟได้ดังนี้



7. นักเรียนร่วมกันพิจารณากราฟจากฟังก์ชันทั้งสองฟังก์ชันว่าสัมประสิทธิ์ของ x หรือ a มีค่าเพิ่มขึ้น กราฟจะมีลักษณะอย่างไร (แนวตอบ : กราฟจะลู่อุ้เข้าหาแกน Y) และ เมื่อสัมประสิทธิ์ของ x หรือ a มีค่าน้อยลง กราฟจะมีลักษณะอย่างไร (แนวตอบ : กราฟจะลู่อุ้เข้าหาแกน X) สามารถสรุปได้ว่า ถ้า $a > 0$ กราฟจะทำมุมแหลมกับแกน X ในทิศทวนเข็มนาฬิกา ถ้า $a < 0$ กราฟจะทำมุมป้านกับแกน X ในทิศทวนเข็มนาฬิกา

8. นำเสนอฟังก์ชัน 1) $y = 3x - 6$ 2) $y = x + 3$ ผ่านแอปพลิเคชัน GeoGebra เพื่อให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาถึงจุดตัดแกน x และ แกน y โดยมีครูนำเสนอเพิ่มเติมว่า “หลักการหาจุดตัดแกน X ให้แทนค่า $y = 0$ และหลักการหาจุดตัดแกน Y ให้แทนค่า $x = 0$ และการเขียนจุดตัดแกน X และ Y ให้เขียนอยู่ในรูปคู่อันดับ (x_1, y_1) และวิธีการตรวจสอบว่าจุด (x_1, y_1) อยู่บนกราฟหรือไม่ ทำได้โดย แทนค่า $x = x_1$ และ $y = y_1$ ลงในฟังก์ชัน $f(x)$ แล้วตรวจสอบว่าสมการเป็นจริงหรือไม่ ถ้าเป็นจริงนั่นคือจุด (x_1, y_1) อยู่บนกราฟที่กำหนดให้”

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเพิ่มเติมจากแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาเพิ่มเติม

10. แต่ละกลุ่มร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดของกลุ่มตนเอง และร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง โดยมีครูคอยตรวจสอบความถูกต้อง

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาฟังก์ชันเชิงเส้นผ่านแบบฝึกหัดและหนังสือเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบ

12. นักเรียนแต่ละคนร่วมกันทำแบบทดสอบหลังเรียนผ่านแอปพลิเคชัน Quizizz

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

13. ตรวจสอบผลคะแนนของนักเรียนเพื่อจัดทำคะแนนพัฒนาการของนักเรียนรายบุคคล และรายกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ประกาศรางวัล

14. นำผลคะแนนของนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการสูงสุดประกาศหน้าชั้นเรียนเพื่อมอบรางวัลให้กับนักเรียนและชมเชยนักเรียนหน้าชั้นเรียน

สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ม.5
- 2) แบบฝึกหัดรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ม.5
- 3) แอปพลิเคชัน Quizizz และ แอปพลิเคชัน GeoGebra

การประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ นักเรียนสามารถบอก ลักษณะและหาค่าของ ฟังก์ชันเชิงเส้นและ ฟังก์ชันคงตัวได้ (K)	การตรวจแบบฝึกหัดและ ผลคะแนนจาก แบบทดสอบหลังเรียน	แบบฝึกหัด และ แบบทดสอบหลังเรียน	ดีมาก นักเรียนตอบได้ ถูกต้องตั้งแต่ 5 ข้อ ขึ้น ไป จากทั้งหมด 10 ข้อ ดี นักเรียนตอบได้ ถูกต้องตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป ปรับปรุง นักเรียนตอบ ได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 ข้อ
ด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนสามารถเขียน กราฟฟังก์ชันเชิงเส้นจาก ความสัมพันธ์ที่ กำหนดให้ได้ (P)	การตรวจแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	ดีมาก นักเรียนตอบได้ ถูกต้องตั้งแต่ 5 ข้อ ขึ้น ไป จากทั้งหมด 10 ข้อ ดี นักเรียนตอบได้ ถูกต้องตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป ปรับปรุง นักเรียนตอบ ได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 ข้อ
ด้านคุณลักษณะ ตั้งใจและรับผิดชอบต่อ หน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)	การตอบคำถามในชั้น เรียนและการแสดง ความคิดเห็นในชั้นเรียน และภายในกลุ่ม	แบบสังเกตการมีส่วน ร่วมในชั้นเรียน	ดีมาก นักเรียนแสดง พฤติกรรมอย่าง สม่ำเสมอ ดี นักเรียนแสดง พฤติกรรมน้อย ปรับปรุง นักเรียนไม่ แสดงพฤติกรรมเลย

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้สอน



หน่วยการเรียนรู้ที่2..... เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง (Quadratic Function).....
รหัสรายวิชาค32102..... วิชาคณิตศาสตร์..... กลุ่มสาระฯ.....คณิตศาสตร์.....
วันที่ เวลา4.... ชั่วโมง ชั้น.....ม.5.....

มาตรฐานการเรียนรู้

ค 1.2 ม.5/1 ใช้ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชันอธิบายสถานการณ์ที่กำหนด

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้คาดหวัง

ตัวชี้วัด ใช้ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชันอธิบายสถานการณ์ที่กำหนด

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกลักษณะและหาค่าของฟังก์ชันกำลังสองได้ (K)
2. นักเรียนสามารถเขียนกราฟฟังก์ชันกำลังสองที่กำหนดให้ได้ (P)
3. ตั้งใจและรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

สาระสำคัญ

ฟังก์ชันกำลังสองหรือพาราโบลา คือ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ $a \neq 0$ ซึ่งลักษณะกราฟของฟังก์ชันกำลังสองขึ้นอยู่กับค่าของ a, b, c

ลักษณะของกราฟที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2$ เมื่อ $a \neq 0$

เมื่อ $a > 0$ ได้พาราโบลาหงาย จุดต่ำสุดอยู่ที่ $(0, 0)$

เมื่อ $a < 0$ ได้พาราโบลาคว่ำ จุดสูงสุดอยู่ที่ $(0, 0)$

แกนสมมาตรคือ แกน Y หรือเส้นตรง $X = 0$,

สมการแกนสมมาตรคือ $X = 0$

เมื่อ $a > 0$ ค่าต่ำสุดคือ 0 และ เมื่อ $a < 0$ ค่าสูงสุดคือ 0

$|a|$ ยิ่งมากกราฟยิ่งแคบ

ลักษณะของกราฟที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2 + k$ เมื่อ $a \neq 0$

ถ้า $a > 0$ ได้พาราโบลาหงาย จุดต่ำสุดอยู่ที่ $(0, k)$ ค่าต่ำสุด = k

ถ้า $a < 0$ ได้พาราโบลาคว่ำ จุดสูงสุดอยู่ที่ $(0, k)$ ค่าสูงสุด = k

แกนสมมาตรคือ แกน y หรือเส้นตรง $x = 0$ สมการแกนสมมาตรคือ $x = 0$

ถ้า $k > 0$ จุดวกกลับอยู่บนเหนือแกน X

ถ้า $k < 0$ จุดวกกลับอยู่ที่แกน X

ถ้า a, k มีเครื่องหมายเหมือนกัน กราฟไม่ตัดแกน X

ถ้า a, k มีเครื่องหมายต่างกัน กราฟจะตัดแกน X

สาระการเรียนรู้

ความรู้

ฟังก์ชันกำลังสองหรือพาราโบลา คือ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ $a \neq 0$ ซึ่งลักษณะกราฟของฟังก์ชันกำลังสองขึ้นอยู่กับค่าของ a, b, c

ลักษณะของกราฟที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2$ เมื่อ $a \neq 0$

เมื่อ $a > 0$ ได้พาราโบลาหงาย จุดต่ำสุดอยู่ที่ $(0, 0)$

เมื่อ $a < 0$ ได้พาราโบลาคว่ำ จุดสูงสุดอยู่ที่ $(0, 0)$

แกนสมมาตรคือ แกน Y หรือเส้นตรง $X = 0$,

สมการแกนสมมาตรคือ $X = 0$

เมื่อ $a > 0$ ค่าต่ำสุดคือ 0 และ เมื่อ $a < 0$ ค่าสูงสุดคือ 0

$|a|$ ยิ่งมากกราฟยิ่งแคบ

ลักษณะของกราฟที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2 + k$ เมื่อ $a \neq 0$

ถ้า $a > 0$ ได้พาราโบลาหงาย จุดต่ำสุดอยู่ที่ $(0, k)$ ค่าต่ำสุด = k

ถ้า $a < 0$ ได้พาราโบลาคว่ำ จุดสูงสุดอยู่ที่ $(0, k)$ ค่าสูงสุด = k

แกนสมมาตรคือ แกน y หรือเส้นตรง $x = 0$ สมการแกนสมมาตรคือ $x = 0$

ถ้า $k > 0$ จุดวกกลับอยู่เหนือแกน X

ถ้า $k < 0$ จุดวกกลับอยู่ที่แกน X

ถ้า a, k มีเครื่องหมายเหมือนกัน กราฟไม่ตัดแกน X

ถ้า a, k มีเครื่องหมายต่างกัน กราฟจะตัดแกน X

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
 - 1) ทักษะการเชื่อมโยง
 - 2) ทักษะการคิดหลากหลาย
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ตั้งใจและรับผิดชอบในการทำงาน
2. ทำงานด้วยความเพียรพยายาม

ชิ้นงานหรือภาระงาน

แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1 – 2

ขั้นที่ 1 จัดกลุ่ม

1. จัดนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน โดยภายในกลุ่มความสามารถของนักเรียนประกอบด้วยนักเรียนที่เรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยดูจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นเรียนเป็นหลัก เมื่อนักเรียนจับกลุ่มแล้วมีการวาง กฎ กติกา และกำชับให้นักเรียนต้องรับผิดชอบและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ซึ่งผลคะแนนการทดสอบจะมีผลต่อการพิจารณาคะแนนของกลุ่ม

ขั้นที่ 2 นำเสนอบทเรียน

2. นักเรียนแต่ละคนร่วมกันทำแบบทดสอบก่อนเรียนผ่านแอปพลิเคชัน Quizizz

3. ทบทวนความรู้ของนักเรียนเรื่องฟังก์ชันเชิงเส้น พร้อมถามคำถามต่อว่า “แล้วถ้า $y = x^2 + 2x + 1$ เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ฟังก์ชันดังกล่าวมีชื่อเรียกว่าอย่างไร และมีลักษณะกราฟอย่างไร” (แนวตอบ : ฟังก์ชันดังกล่าว เรียกว่า ฟังก์ชันกำลังสอง หรือ พาราโบลา)

4. นักเรียนร่วมกันเสนอความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม โดยมีครูคอยให้ความช่วยเหลือ และอธิบายเพิ่มเติมว่า ฟังก์ชันกำลังสอง หรือพาราโบลา คือ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b และ c เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ $a \neq 0$ ซึ่งลักษณะกราฟของฟังก์ชันกำลังสองขึ้นอยู่กับค่าของ a, b และ c กราฟของฟังก์ชันกำลังสองหรือพาราโบลา มีทั้งหมด 4 ลักษณะ แต่ในที่นี้จะเรียนแค่ 2 ลักษณะก่อน คือ พาราโบลาหงาย และพาราโบลาคั่ว

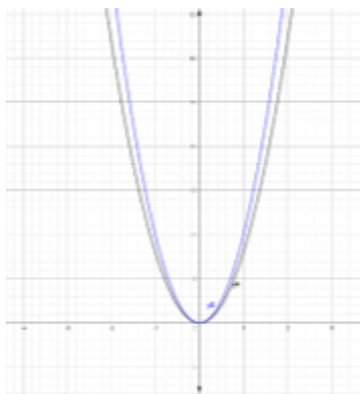
5. นักเรียนร่วมกันพิจารณากราฟ $y = x^2$ และ $y = -x^2$ ว่ามีจุดกำเนิด แกนสมมาตร จุดต่ำสุด จุดสูงสุดอย่างไร ผ่านแอปพลิเคชัน GeoGebra ที่ครูเป็นผู้นำเสนอ โดยมีครูคอยให้ความช่วยเหลือ และอธิบายเพิ่มเติมว่า

(1) กราฟของ $y = ax^2$ มีจุดวกกลับที่จุด $(0, 0)$

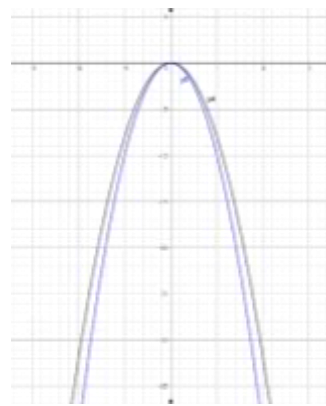
(2) แกนสมมาตรของกราฟ คือ แกน Y หรือเส้นตรง $x = 0$

(3) ถ้า $a > 0$ กราฟเป็นเส้นโค้งเปิดขึ้นด้านบนและมีจุดวกกลับเป็นจุดต่ำสุด คือ จุด $(0, 0)$ และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0 ถ้า $a < 0$ กราฟเป็นเส้นโค้งเปิดลงด้านล่างและมีจุดวกกลับเป็นจุดสูงสุด คือ จุด $(0, 0)$ และมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0

6. นำเสนอฟังก์ชัน $y_1 = 8x^2$ $y_2 = 10x^2$ $y_3 = -8x^2$ และ $y_4 = -10x^2$ ผ่านแอปพลิเคชัน GeoGebra สามารถเขียนกราฟได้ดังนี้



ฟังก์ชัน $y_1 = 8x^2$ $y_2 = 10x^2$



ฟังก์ชัน $y_3 = -8x^2$ $y_4 = -10x^2$

7. นักเรียนร่วมกันพิจารณากราฟจากฟังก์ชันดังกล่าว เมื่อสัมประสิทธิ์ของ x หรือ a มีค่ามากขึ้น กราฟจะมีลักษณะอย่างไร (แนวตอบ : กราฟจะลู่เข้าหาแกน Y) และเมื่อสัมประสิทธิ์ของ x หรือ a มีค่าน้อยลง กราฟจะมีลักษณะอย่างไร (แนวตอบ กราฟจะลู่เข้าหาแกน Y)

ชั่วโมงที่ 3 - 4

8. นำเสนอฟังก์ชัน $y = 2x^2 + 1$ และ $y = 2x^2 - 1$ ผ่านแอปพลิเคชัน GeoGebra เพื่อให้ นักเรียนร่วมกันพิจารณาถึงจุดวกกลับของกราฟ แกนสมมาตร โดยมีครูนำเสนอเพิ่มเติมว่า

- (1) กราฟของ $y = ax^2 + k$ มีจุดวกกลับที่จุด $(0, k)$
- (2) แกนสมมาตรของกราฟ คือ แกน Y หรือเส้นตรง $x = 0$
- (3) ถ้า $a > 0$ กราฟเป็นเส้นโค้งเปิดขึ้นด้านบนและมีจุดวกกลับเป็นจุดต่ำสุด คือ จุด $(0, k)$ และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ k ถ้า $a < 0$ กราฟเป็นเส้นโค้งเปิดลงด้านล่าง และมีจุดวกกลับเป็นจุดสูงสุด คือ จุด $(0, k)$ และมีค่าสูงสุดเท่ากับ k

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเพิ่มเติมจากแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาเพิ่มเติม

10. แต่ละกลุ่มร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดของกลุ่มตนเอง และร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง โดยมีครูคอยตรวจสอบความถูกต้อง

11. นำเสนอฟังก์ชันกำลังสองที่อยู่ในรูป $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a \neq 0$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการ $y = a(x - h)^2 + k$ ได้ คือ $y = a \left[x - \left(\frac{-b}{2a} \right)^2 \right] + \frac{4ac - b^2}{4a}$

12. นำเสนอฟังก์ชัน $y = -(x + 4)^2 + 1$ และ $y = -(x - 2)^2 + 1$ ผ่านแอปพลิเคชัน GeoGebra เพื่อให้ นักเรียนร่วมกันพิจารณาถึงจุดวกกลับของกราฟ แกนสมมาตร จุดตัดแกน x และจุดตัดแกน y

13. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเพิ่มเติมจากแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาเพิ่มเติม

14. แต่ละกลุ่มร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดของกลุ่มตนเอง และร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง โดยมีครูคอยตรวจสอบความถูกต้อง

15. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาฟังก์ชันกำลังสองผ่านแบบฝึกหัดและหนังสือเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบ

16. นักเรียนแต่ละคนร่วมกันทำแบบทดสอบหลังเรียนผ่านแอปพลิเคชัน Quizizz

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

17. ตรวจสอบผลคะแนนของนักเรียนเพื่อจัดทำคะแนนพัฒนาการของนักเรียนรายบุคคล และรายกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ประกาศรางวัล

18. นำผลคะแนนของนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการสูงสุดประกาศหน้าชั้นเรียนเพื่อมอบรางวัลให้กับนักเรียนและชมเชยนักเรียนหน้าชั้นเรียน

สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ม.5
- 2) แบบฝึกหัดรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ม.5
- 3) แอปพลิเคชัน Quizizz และ แอปพลิเคชัน GeoGebra

การประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ นักเรียนสามารถบอก ลักษณะและหาค่าของ ฟังก์ชันกำลังสองได้ (K)	การตรวจแบบฝึกหัดและ ผลคะแนนจาก แบบทดสอบหลังเรียน	แบบฝึกหัด และ แบบทดสอบหลังเรียน	ดีมาก นักเรียนตอบได้ ถูกต้องตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้น ไป จากทั้งหมด 5 ข้อ ดี นักเรียนตอบได้ ถูกต้องตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป ปรับปรุง นักเรียนตอบ ได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 ข้อ
ด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนสามารถเขียน กราฟฟังก์ชันกำลังสองที่ กำหนดให้ได้ (P)	การตรวจแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	ดีมาก นักเรียนตอบได้ ถูกต้องตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้น ไป จากทั้งหมด 5 ข้อ ดี นักเรียนตอบได้ ถูกต้องตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป ปรับปรุง นักเรียนตอบ ได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 ข้อ

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านคุณลักษณะ ตั้งใจและรับผิดชอบต่อนหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)	การตอบคำถามในชั้นเรียนและการแสดงความคิดเห็นภายในชั้นเรียนและภายในกลุ่ม	แบบสังเกตการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	ดีมาก นักเรียนแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ดี นักเรียนแสดงพฤติกรรมน้อย ปรับปรุง นักเรียนไม่แสดงพฤติกรรมเลย

ลงชื่อ.....
 (.....)

ผู้สอน



แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

วิชา คณิตศาสตร์

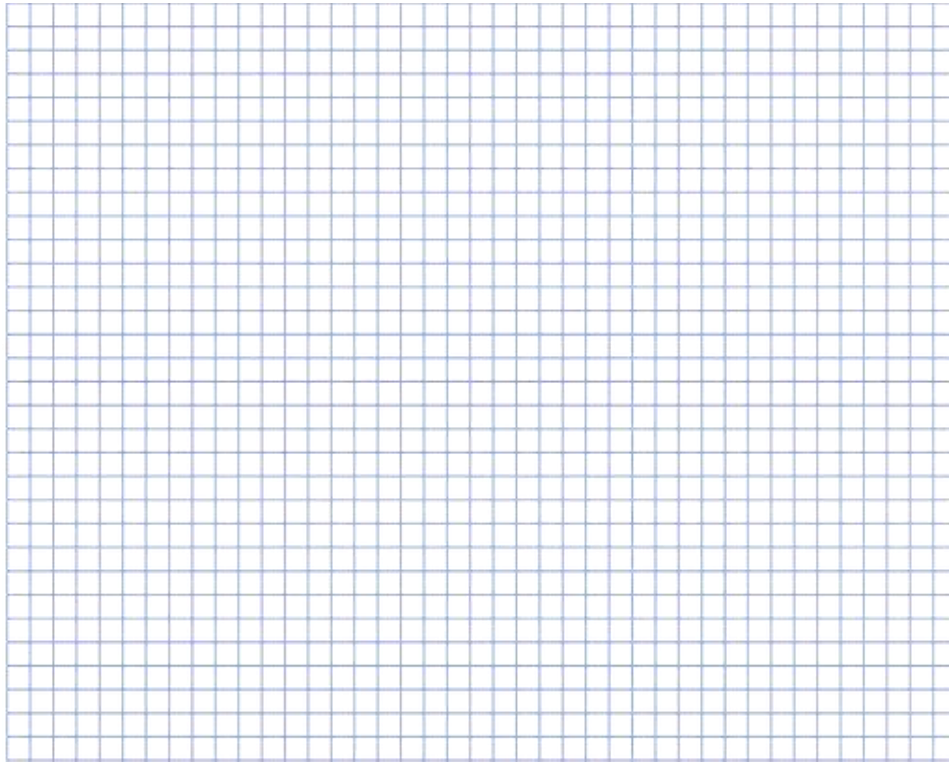
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อสอบอัตนัย

คะแนนเต็ม 32 คะแนน

เวลา 60 นาที

1. เขียนกราฟ $f(x) = 3x - 3$ พร้อมทั้งหาจุดตัดแกน x และแกน y



ทำความเข้าใจปัญหา (สิ่งที่โจทย์กำหนดให้)

.....

.....

.....

.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา(ตารางคู่อันดับ)

.....

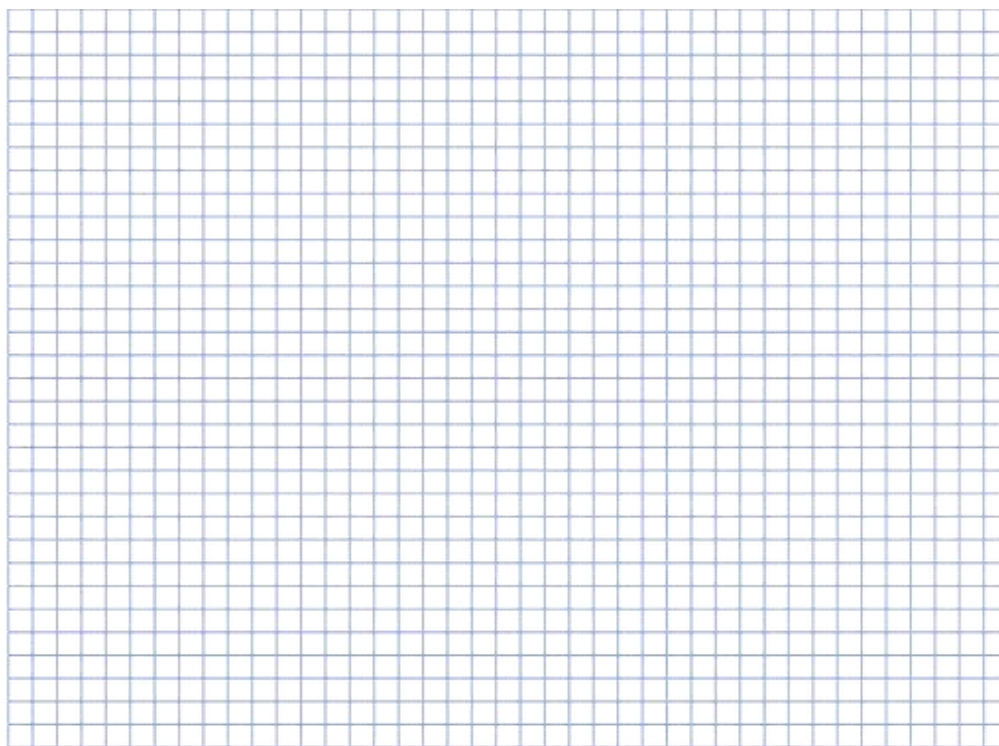
.....

.....

.....
.....
ดำเนินการตามแผน

.....
.....
ตรวจสอบ

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



ทำความเข้าใจปัญหา (สิ่งที่โจทย์กำหนดให้)

.....

.....

.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา(ตารางคู่อันดับ)

.....

.....

.....

.....

ดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบ

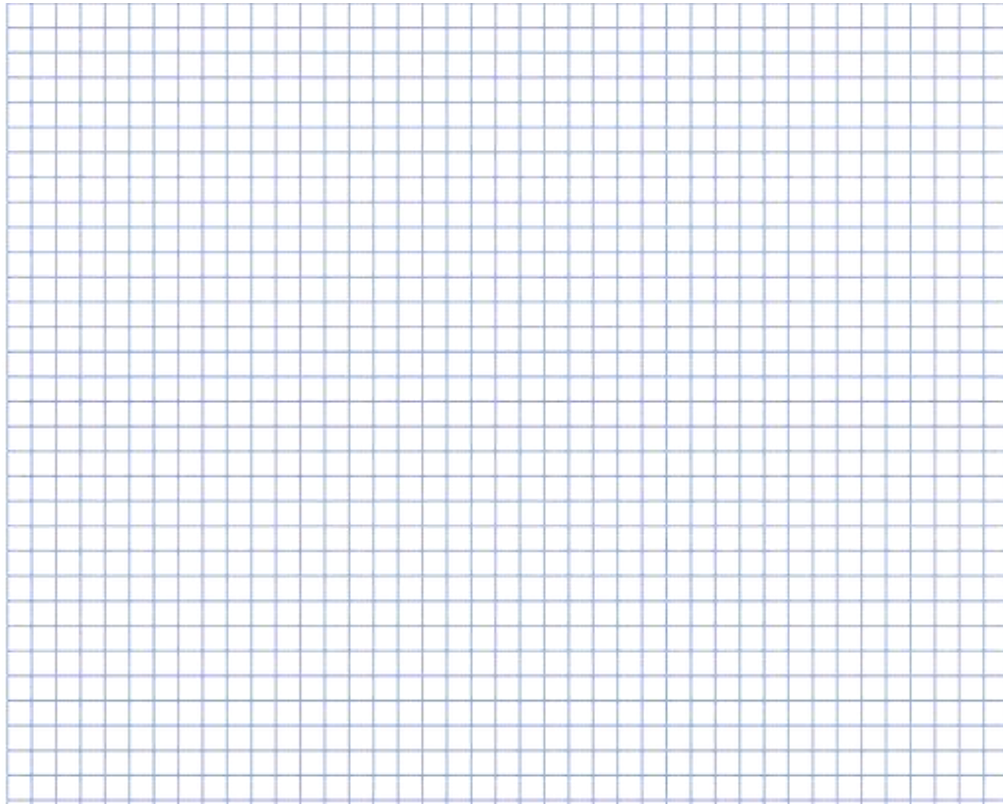
.....

.....

.....

.....

3. เขียนกราฟ $f(x) = \begin{cases} 10; 0 < x \leq 1 \\ 20; 1 < x \leq 3 \\ 30; 3 < x \leq 6 \\ 40; 6 < x \leq 9 \end{cases}$ พร้อมทั้งหาค่าของ $f(x)$



ทำความเข้าใจปัญหา (สิ่งที่โจทย์กำหนดให้)

.....

.....

.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา(ตารางคู่อันดับ)

.....

.....

.....

.....

ดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบ

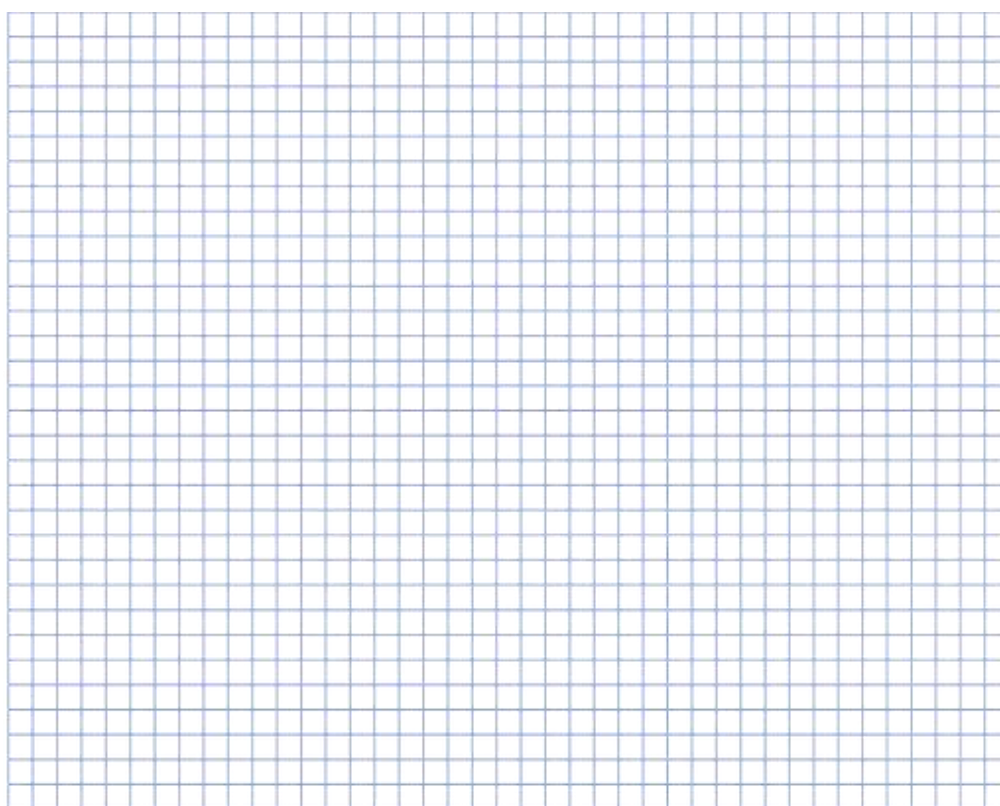
.....

.....

.....

.....

4. เขียนกราฟ $f(x) = (2)^x$ พร้อมทั้งหาจุดตัดแกน y



ทำความเข้าใจปัญหา (สิ่งที่โจทย์กำหนดให้)

.....

.....

.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา(ตารางคู่อันดับ)

.....

.....

.....

.....

ดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....



กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์
ข้อสอบปรนัย

วิชา คณิตศาสตร์
คะแนนเต็ม 30 คะแนน
ตัวชี้วัด ค 1.2 ม.5/1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เวลา 60 นาที

- คำชี้แจง** 1. ข้อสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ
2. จงเลือกตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงหนึ่งข้อลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดเป็นฟังก์ชันเชิงเส้น

ก. $f(x) = x^2 + 1$

ข. $f(x) = \sqrt{x-1}$

ค. 2π

ง. $f(x) = 2x + 1$

2. จุด (0,2) อยู่บนกราฟของฟังก์ชันในข้อใด

ก. $f(x) = x^2 - 1$

ข. $f(x) = x - 2$

ค. $f(x) = x - 1$

ง. $f(x) = x + 2$

3. ข้อใดเป็นฟังก์ชันค่าคงตัว

ก. $f(x) = 3$

ข. $f(x) = x - 2$

ค. $f(x) = x - 1$

ง. $f(x) = x + 2$

4. ข้อใดเป็นฟังก์ชันที่ขนานกัน

ก. $f(x_1) = x^2 + 1, f(x_2) = -x$

ข. $f(x_1) = x + 1, f(x_2) = -2x$

ค. $f(x_1) = 2, f(x_2) = x + 3$

ง. $f(x_1) = 2x - 1, f(x_2) = 2x + 1$

5. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ฟังก์ชันเชิงเส้นกราฟจะต้องไม่เป็นเส้นตรง

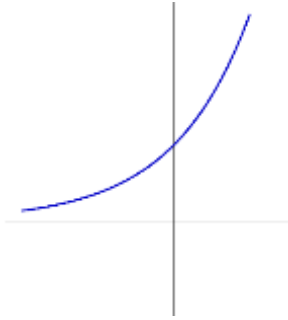
ข. ฟังก์ชันเชิงเส้นกราฟอยู่ในรูปเส้นโค้ง

ค. ฟังก์ชันเชิงเส้นกราฟเป็นรูปขั้นบันได

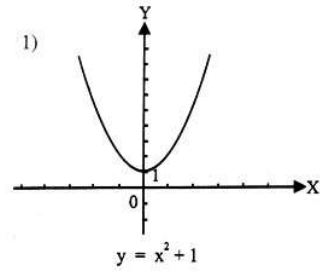
ง. ฟังก์ชันเชิงเส้นเขียนในรูป $f(x) = ax + b$

6. กราฟในข้อใดคือฟังก์ชันเชิงเส้น

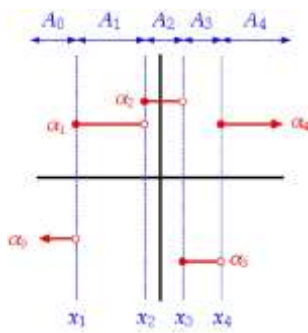
ก.



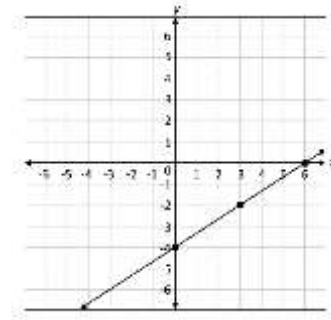
ข.



ค.



ง.



7. ข้อใดเป็นจุดตัดแกน Y ของฟังก์ชัน $f(x) = 2x + 1$

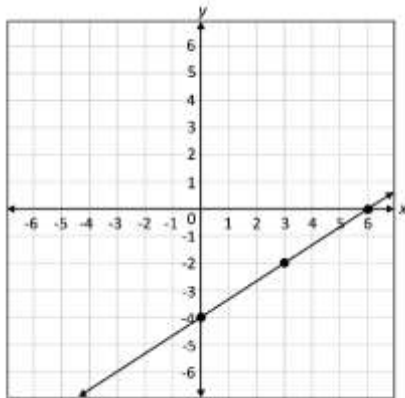
ก. จุด $(-5, 0)$

ข. จุด $(0, 1)$

ค. จุด $(0, 5)$

ง. จุด $(1, 0)$

8.



จากกราฟ จุดตัดแกน x คือจุดใด

ก. จุด $(-4, 0)$

ข. จุด $(6, 0)$

ค. จุด $(0, 6)$

ง. จุด $(0, -4)$

9. สมการในข้อใดเป็นสมการของพาราโบลา

ก. $f(x) = 2(x+1)^2$

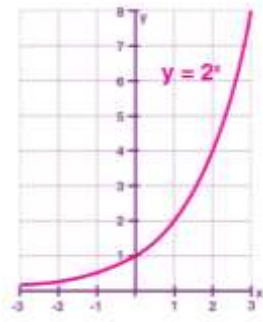
ข. $f(x) = -10$

ค. $f(x) = 2x^2(x-1)^2$

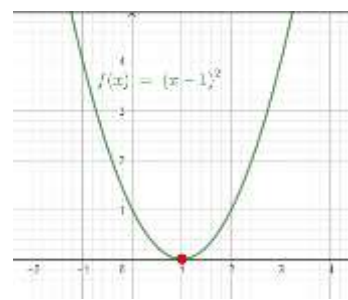
ง. $f(x) = -2x$

10. ข้อใดไม่ใช่กราฟพาราโบลา

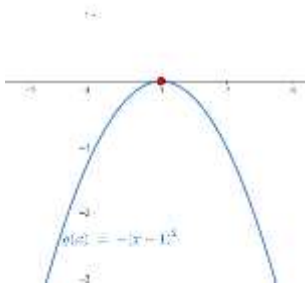
ก.



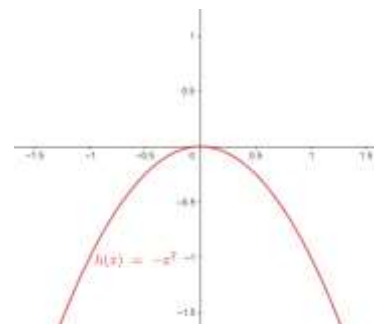
ข.



ค.



ง.



11. รูปทั่วไปของฟังก์ชันกำลังสองคือข้อใด

ก. $f(x) = ax^2 + bx + c$

ข. $f(x) = ax + b$

ค. $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$

ง. $f(x) = b$

12. ค่าของ $f(3) = 15$ คือคำตอบของฟังก์ชันใด

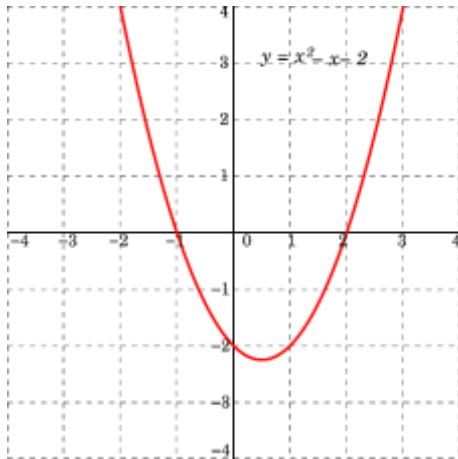
ก. $f(x) = 2x^2 - 3$

ข. $f(x) = \sqrt{x+10}$

ค. $f(x) = |x|$

ง. $f(x) = 2x - 2$

13.



จากภาพจุดตัดแกน y คือจุดใด

ก. จุด (0,-2)

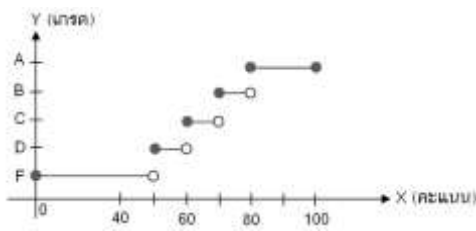
ข. จุด (-1,0)

ค. จุด (0,0)

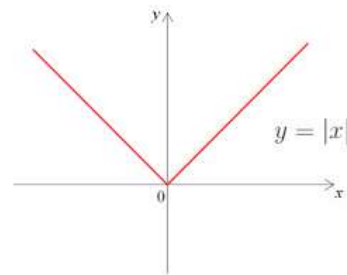
ง. จุด (0,2)

14. ข้อใดเป็นลักษณะของฟังก์ชันขั้นบันได

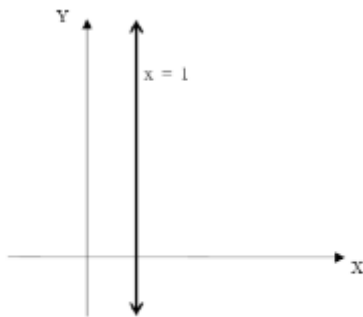
ก.



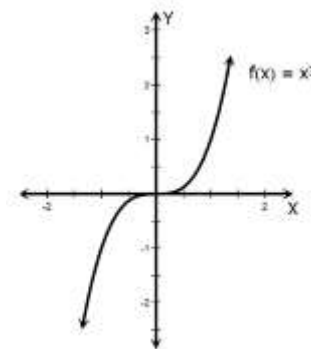
ข.



ค.



ง.



15. ฟังก์ชันขั้นบันได มีชื่อภาษาอังกฤษว่าอย่างไร

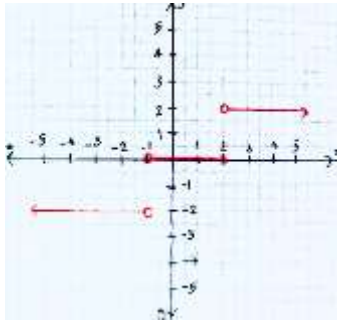
ก. Linear function

ข. Quadratic function

ค. Step function

ง. Constant function

16.



ข้อใดถูกต้อง

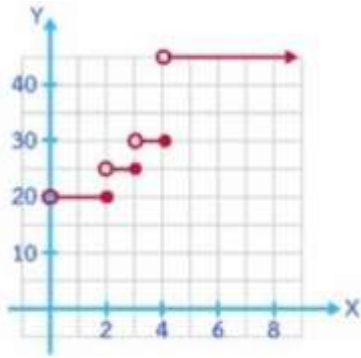
ก. $f(x) = -2; x \geq -1$

ข. $f(x) = 2; -1 \leq x \leq 0$

ค. $f(x) = 2; x > 1$

ง. $f(x) = 0; -1 \leq x \leq 2$

17.



ค่าของ $f(x)$ เมื่อ $0 < x \leq 2$ คือข้อใด

ก. 45

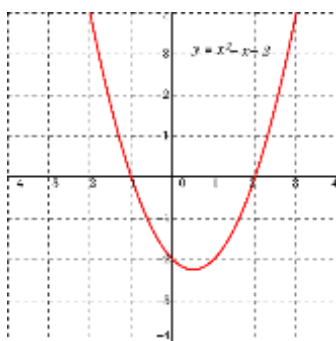
ข. 25

ค. 30

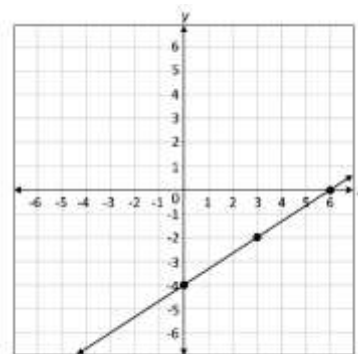
ง. 20

18. ข้อใดเป็นลักษณะกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

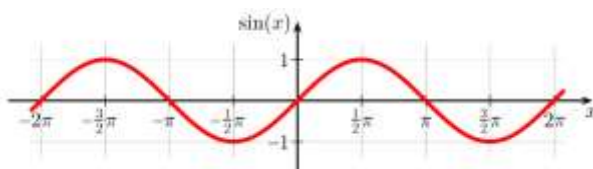
ก.



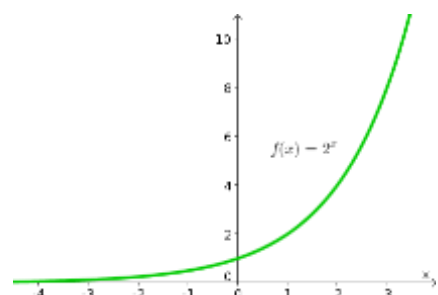
ข.



ค.



ง.



19. ข้อใดไม่ใช่ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

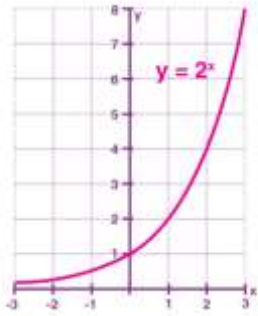
ก. $f(x) + 5 = 5^x$

ข. $f(x) - 5^x = 0$

ค. $f(x) = \left(\frac{1}{2}\right)^x$

ง. $f(x) = (-\cos 30^\circ)^x$

20.



จากภาพ จุดตัดแกน y คือจุดใด

ก. จุด (1,0)

ข. จุด (0,0)

ค. จุด (0,1)

ง. จุด (-1,0)

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องรายการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ

รายการ	ระดับของพฤติกรรมที่แสดงออก				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านการสื่อสารภายในกลุ่ม					
1. ปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม					
2. ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย					
3. ให้ความร่วมมือกับกลุ่ม					
4. เคารพการทำงานของผู้อื่น					
5. รับฟังความเห็นของผู้อื่น					
ด้านความละเอียด รอบคอบในการทำงาน					
1. มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรองในงานที่ได้รับมอบหมาย					
2. มีการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลต่าง ๆ					
3. มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน					
4. มีความกระตือรือร้น และหมั่นตรวจสอบความถูกต้องอยู่เสมอ					
5. มีส่วนร่วมในการปรึกษา และตรวจสอบข้อมูล และความถูกต้องภายในกลุ่ม					
ด้านความรับผิดชอบ					
1. ทำงานอย่างเต็มความสามารถ					
2. ทำงานเสร็จสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด					
3. มีความอดทนในการทำงานเมื่อเจออุปสรรคที่ซับซ้อน					

รายการ	ระดับของพฤติกรรมที่แสดงออก				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
4. ละเว้นการกระทำที่ส่งผลเสียต่อกลุ่ม เช่น การรบกวนเพื่อนในกลุ่มหรือไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม					

ลงชื่อ.....

ผู้ประเมิน

ภาคผนวก จ
ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ผลการประเมินคุณภาพความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ฟังก์ชันเชิงเส้น						
ด้านผู้สอน						
1.องค์ประกอบของแผนการเรียนรู้ครบถ้วนและเหมาะสม	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
จุดประสงค์						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้มีการประยุกต์ใช้สื่อการเรียนการสอน	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
3. กิจกรรมเรียงลำดับตามขั้นตอนและสามารถปฏิบัติได้จริง	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านเนื้อหาและสื่อที่ใช้						
1. เนื้อหา มีความเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2. สื่อการสอนมีความเหมาะสมและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
การวัดและประเมินผล						
1. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
			รวม	4.73	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ฟังก์ชันกำลังสอง						
ด้านผู้สอน						
1. องค์ประกอบของแผนการเรียนรู้ครบถ้วนและเหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
จุดประสงค์						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้มีการประยุกต์ใช้สื่อการเรียนการสอน	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
3. กิจกรรมเรียงลำดับตามขั้นตอนและสามารถปฏิบัติได้จริง	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านเนื้อหาและสื่อที่ใช้						
1. เนื้อหามีความเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. สื่อการสอนมีความเหมาะสมและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
การวัดและประเมินผล						
1. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
			รวม	4.67	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ฟังก์ชันขั้นบันได						
ด้านผู้สอน						
1. องค์ประกอบของแผนการเรียนรู้ครบถ้วนและเหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
จุดประสงค์						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้มีการประยุกต์ใช้สื่อการเรียนการสอน	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
3. กิจกรรมเรียงลำดับตามขั้นตอนและสามารถปฏิบัติได้จริง	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านเนื้อหาและสื่อที่ใช้						
1. เนื้อหามีความเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. สื่อการสอนมีความเหมาะสมและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
การวัดและประเมินผล						
1. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
รวม				4.67	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล						
ด้านผู้สอน						
1. องค์ประกอบของแผนการเรียนรู้ครบถ้วนและเหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
จุดประสงค์						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจนและสามารถวัดได้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหาและสาระสำคัญ	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้มีการประยุกต์ใช้สื่อการเรียนการสอน	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
3. กิจกรรมเรียงลำดับตามขั้นตอนและสามารถปฏิบัติได้จริง	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านเนื้อหาและสื่อที่ใช้						
1. เนื้อหามีความเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. สื่อการสอนมีความเหมาะสมและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
การวัดและประเมินผล						
1. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. มีเครื่องมือและเกณฑ์การประเมินผลที่เหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
			รวม	4.67	0.48	เหมาะสมมากที่สุด

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การประเมิน
ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 2.1 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 2.2 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

คะแนน	รายการ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ทำความเข้าใจปัญหา							
2	นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1	นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้อย่างถูกต้องเพียงอย่างเดียวหนึ่งเท่านั้น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
0	นักเรียนไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้อย่างถูกต้องหรือไม่ทำ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
วางแผนแก้ปัญหา							
2	นักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1	นักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง เลือกใช้ตัวดำเนินการผิด สลับลำดับขั้นตอน ทำให้ผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง แต่สอดคล้องกับปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
0	นักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง และไม่สอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ทำ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

คะแนน	รายการ	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ดำเนินการตามแผน							
2	นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1	นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนยังไม่ชัดเจน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
0	นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง และไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือไม่ทำ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ตรวจสอบ							
2	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1	สรุปคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน ยังไม่สมบูรณ์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
0	ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ทำ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 2.3 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความยากง่าย	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	สรุปผล
1	0.55	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
2	0.42	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
3	0.53	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
4	0.47	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์อัลฟา ของคอนบราค มีค่าเท่ากับ 0.86

ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
24	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
25	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 3.2 แสดงผลค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ความยากง่าย	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	สรุปผล
1	0.64	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
2	0.69	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
3	0.51	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
4	0.63	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
5	0.23	ใช้ได้	0.58	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
6	0.23	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
7	0.23	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
8	0.23	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
9	0.31	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
10	0.23	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
11	0.23	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
12	0.20	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
13	0.43	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
14	0.57	ใช้ได้	0.73	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
15	0.74	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
16	0.26	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
17	0.37	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
18	0.34	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
19	0.29	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้
20	0.34	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้เป็นข้อสอบได้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 มีค่าเท่ากับ 0.83

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ด้านการสื่อสารภายในกลุ่ม						
1. ปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. ให้ความร่วมมือกับกลุ่ม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. เคารพการทำงานของผู้อื่น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. รับฟังความเห็นของผู้อื่น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ด้านความละเอียด รอบคอบในการทำงาน						
1. มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรองในงานที่ได้รับมอบหมาย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. มีการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลต่าง ๆ	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
3. มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. มีความกระตือรือร้น และหมั่นตรวจสอบความถูกต้องอยู่เสมอ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. มีส่วนร่วมในการปรึกษา และตรวจสอบข้อมูล และความถูกต้องภายในกลุ่ม	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ด้านความรับผิดชอบ						
1. ทำงานอย่างเต็มความสามารถ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. ทำงานเสร็จสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. มีความอดทนในการทำงานเมื่อเจออุปสรรคที่ซับซ้อน	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
4. ละเว้นการกระทำที่ส่งผลเสียต่อกลุ่ม เช่น การรบกวนเพื่อนในกลุ่มหรือไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้สังเกตคนที่ 1 และ 2		
	Pearson Correlation (r)	Sig (2-tailed)	ระดับความสัมพันธ์
ด้านการสื่อสารภายในกลุ่ม			
1. ปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม	0.993	0.000	สัมพันธ์สูงมาก
2. ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	0.711	0.000	สัมพันธ์มาก
3. ให้ความร่วมมือกับกลุ่ม	0.866	0.000	สัมพันธ์สูงมาก
4. เคารพการทำงานของผู้อื่น	0.611	0.000	สัมพันธ์มาก
5. รับฟังความเห็นของผู้อื่น	0.933	0.000	สัมพันธ์สูงมาก
รวม	0.714	0.000	สัมพันธ์มาก
ด้านความละเอียด รอบคอบในการทำงาน			
1. มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรองในงานที่ได้รับมอบหมาย	0.757	0.000	สัมพันธ์มาก
2. มีการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลต่าง ๆ	0.732	0.000	สัมพันธ์มาก
3. มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน	0.929	0.000	สัมพันธ์สูงมาก
4. มีความกระตือรือร้น และหมั่นตรวจสอบความถูกต้องอยู่เสมอ	0.854	0.000	สัมพันธ์สูงมาก
5. มีส่วนร่วมในการปรึกษา และตรวจสอบข้อมูล และความถูกต้องภายในกลุ่ม	0.642	0.000	สัมพันธ์มาก
รวม	0.833	0.000	สัมพันธ์สูงมาก
ด้านความรับผิดชอบ			
1. ทำงานอย่างเต็มความสามารถ	0.640	0.000	สัมพันธ์มาก
2. ทำงานเสร็จสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด	0.855	0.000	สัมพันธ์สูงมาก

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้สังเกตคนที่ 1 และ 2		
	Pearson Correlation (r)	Sig (2-tailed)	ระดับความสัมพันธ์
3. มีความอดทนในการทำงานเมื่อเจออุปสรรคที่ซับซ้อน	0.928	0.000	สัมพันธ์สูงมาก
4. ละเว้นการกระทำที่ส่งผลเสียต่อกลุ่ม เช่น การรบกวนเพื่อนในกลุ่มหรือไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	0.855	0.000	สัมพันธ์สูงมาก
รวม	0.608	0.000	สัมพันธ์มาก

ภาคผนวก ฉ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับก่อนเรียน

รูปภาพที่ 1 การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับหลังเรียน

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 หลังเรียนทักษะ	24.02	47	2.506	.366
ก่อนเรียนทักษะ	7.79	47	4.258	.621

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 หลังเรียนทักษะ - ก่อนเรียนทักษะ	16.234	4.355	.635	14.955	17.513	25.556	46	.000

ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70

รูปภาพที่ 2 การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียนทักษะ	47	24.02	2.506	.366

One-Sample Test

	Test Value = 22.4					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียนทักษะ	4.435	46	.000	1.621	.89	2.36

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลัง ได้รับ
การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับก่อนเรียน

รูปภาพที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อน
เรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับหลังเรียน

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 posttestผลสัมฤทธิ์	14.64	47	1.451	.212
pretestผลสัมฤทธิ์	4.60	47	2.113	.308

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 posttestผลสัมฤทธิ์ - pretestผลสัมฤทธิ์	10.043	2.074	.303	9.434	10.652	33.192	46	.000

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลัง ได้รับความ
การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70

รูปภาพที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลัง
เรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
posttestผลสัมฤทธิ์	47	14.64	1.451	.212

One-Sample Test

	Test Value = 14					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
posttestผลสัมฤทธิ์	3.016	46	.004	.638	.21	1.06

ภาคผนวก ข
การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผลการเปรียบเทียบแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ตารางที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน (32 คะแนน)	หลังเรียน (32 คะแนน)
1	8	24
2	8	27
3	8	27
4	16	23
5	12	23
6	15	30
7	4	27
8	12	28
9	14	30
10	12	24
11	12	24
12	4	24
13	12	22
14	8	28
15	4	22
16	12	24
17	8	25
18	8	21
19	12	21
20	13	24
21	12	24
22	16	23
23	8	23

ตารางที่ 5 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน (32 คะแนน)	หลังเรียน (32 คะแนน)
24	12	23
25	8	23
26	4	20
27	8	23
28	8	20
29	4	25
30	10	26
31	3	24
32	11	23
33	4	25
34	6	23
35	2	27
36	6	24
37	4	19
38	1	23
39	2	23
40	4	23
41	3	24
42	8	24
43	1	20
44	4	22
45	4	25
46	1	23
47	10	29

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ตารางที่ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน

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

ตารางที่ 6 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)
26	2	14
27	5	14
28	4	18
29	6	15
30	5	18
31	4	14
32	7	14
33	6	16
34	4	14
35	6	15
36	4	14
37	1	13
38	3	14
39	2	14
40	3	14
41	6	15
42	7	15
43	4	14
44	3	15
45	5	16
46	3	15
47	8	19

ผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน

ตารางที่ 6 แสดงผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิค STAD ร่วมกับแอปพลิเคชัน

แผนที่ 1														
คนที่ ข้อที่	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4
1	4	4	4	5	5	3	3	3	3	4	4	4	3	5
2	5	4	4	4	5	4	4	3	4	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	5	3	3	3	3	3	3	4	4	4
5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5
6	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
10	4	3	4	5	5	3	4	3	4	4	4	5	4	5
11	4	2	4	3	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
15	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4
16	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
17	5	5	4	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5
18	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	5
19	5	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4
20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
21	5	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5
22	5	5	5	5	5	3	4	4	4	5	5	5	5	5
23	4	3	4	4	5	4	3	3	3	3	4	4	4	5

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แผนที่ 1														
คนที่ ข้อที่	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4
24	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4
25	3	3	4	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	4
26	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
27	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
28	5	3	4	3	5	3	3	4	4	3	3	3	3	4
29	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
30	5	5	5	5	4	4	5	5	5	3	5	5	5	4
31	5	5	5	5	5	2	4	4	4	4	5	5	4	5
32	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
33	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
34	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
35	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5
36	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
37	5	4	4	5	5	3	3	3	3	3	4	4	3	4
38	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	5
39	4	3	5	5	5	3	3	3	3	4	4	4	3	4
40	5	2	4	4	5	3	3	3	3	4	4	4	3	4
41	5	2	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5
42	4	2	5	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5	5
43	5	4	4	5	5	3	3	3	3	4	3	3	2	3
44	4	4	4	5	5	3	3	3	3	4	3	3	3	3
45	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
46	5	4	4	5	5	3	3	3	3	4	3	3	3	3
47	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
รวม	213	178	207	224	227	187	194	190	195	204	204	211	199	216
\bar{X}	4.44	3.71	4.31	4.67	4.73	3.98	4.13	4.04	4.15	4.34	4.34	4.49	4.23	4.60
S.D.	0.97	0.65	0.88	0.86	0.82	0.90	0.82	0.86	0.83	0.76	0.81	0.75	0.91	0.61

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แผนที่ 2														
คนที่ ชื่อที่	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4
1	5	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	5	4	5
2	5	4	3	5	4	4	4	3	4	4	5	5	4	4
3	4	4	4	5	4	4	5	4	3	4	4	4	3	5
4	5	5	4	4	5	4	4	3	3	3	4	4	4	3
5	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	5	4	4	5
6	4	3	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	3
7	3	4	3	3	4	4	5	3	4	4	5	4	4	5
8	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5
9	5	5	4	4	3	5	4	4	5	5	5	4	4	4
10	5	2	4	3	5	4	4	3	4	4	4	5	3	4
11	3	1	3	4	5	3	3	4	4	5	4	5	3	5
12	5	4	4	3	5	5	4	4	3	5	4	3	4	3
13	5	3	3	5	4	4	3	4	3	3	4	3	3	2
14	5	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	3	4	5
15	5	2	3	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	3
16	5	4	3	3	3	5	4	4	5	5	5	4	4	5
17	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5
18	5	3	4	4	5	4	4	4	3	3	4	5	4	4
19	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	5
20	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4
21	4	4	5	4	4	4	4	3	3	5	5	4	4	5
22	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	3
23	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	5
24	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แผนที่ 2														
คนที่ ข้อที่	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4
25	2	3	5	5	3	3	2	4	4	3	3	3	4	2
26	3	3	4	5	4	3	4	4	3	3	3	3	4	3
27	4	4	4	4	5	3	5	5	4	4	4	4	5	5
28	5	4	4	5	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4
29	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	5	5
30	4	4	5	5	5	3	4	4	5	4	5	5	5	5
31	5	5	5	4	4	3	3	3	3	4	5	4	5	5
32	5	4	4	5	5	3	3	5	5	3	4	4	5	4
33	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	4	5
34	4	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5
35	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5
36	4	4	4	5	5	3	3	4	4	5	4	4	4	5
37	5	4	3	3	5	3	4	3	4	4	3	4	4	2
38	4	4	5	5	4	3	3	5	5	5	4	5	3	5
39	4	3	5	5	4	4	4	3	3	4	4	5	4	4
40	4	3	5	5	5	3	3	3	4	4	4	4	4	4
41	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	2	4
42	3	3	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4
43	4	4	2	5	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3
44	5	4	5	4	5	3	3	3	4	2	4	4	3	3
45	3	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5
46	4	4	4	4	5	4	3	4	5	3	3	3	4	3
47	5	3	3	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5
รวม	199	177	192	203	199	184	185	186	190	193	199	193	186	197
\bar{X}	4.23	3.69	4.00	4.23	4.15	3.91	3.94	3.96	4.04	4.11	4.23	4.11	3.96	4.19
S.D.	1.00	0.97	0.97	0.90	0.82	0.72	0.76	0.72	0.75	0.84	0.70	0.63	0.69	0.97

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แผนที่ 3														
คนที่ ชื่อที่	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4
1	4	5	5	5	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3
2	5	3	4	5	4	3	4	4	5	5	4	4	4	3
3	5	5	3	4	5	5	4	5	5	4	4	4	5	3
4	4	4	5	5	3	3	3	4	4	3	2	4	3	4
5	3	5	4	5	5	3	4	5	5	3	4	5	5	4
6	3	3	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4
7	4	4	5	5	3	5	5	4	4	5	4	4	5	3
8	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4	3	4	4	4
9	4	4	5	5	3	5	4	4	5	5	4	4	4	5
10	4	3	3	4	4	3	5	3	4	3	5	5	2	5
11	4	3	3	5	4	4	5	4	4	5	3	4	2	4
12	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	5
13	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4	5	5	3
14	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4
15	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	2
16	4	4	4	4	4	4	4	5	3	3	4	4	5	4
17	4	3	3	4	3	5	5	4	5	4	4	5	4	4
18	4	4	3	3	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5
19	3	4	5	5	3	4	4	4	5	4	4	3	4	4
20	4	4	5	4	3	4	4	5	3	4	4	5	4	5
21	5	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4
22	3	4	4	4	4	3	3	3	2	5	4	4	5	4
23	3	4	5	5	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4
24	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	5	4	4	4

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แผนที่ 3														
คนที่ ข้อที่	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4
25	3	2	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4
26	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	5
27	4	3	4	4	5	4	4	5	5	3	4	5	5	3
28	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3	4
29	3	4	3	3	5	3	3	4	4	4	5	4	4	5
30	4	4	4	5	4	4	4	3	3	3	5	5	4	5
31	5	5	4	4	5	4	4	3	3	3	5	4	3	5
32	5	4	5	3	4	2	4	3	3	2	5	5	4	4
33	5	5	5	5	5	4	3	4	4	5	4	4	4	5
34	4	3	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	3
35	4	4	5	3	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4
36	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4
37	4	3	4	4	5	4	3	3	3	3	4	5	4	3
38	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4
39	3	4	4	4	5	3	4	4	4	4	3	3	3	2
40	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	3	4	5
41	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4
42	4	4	4	4	5	3	4	5	5	4	5	4	4	3
43	5	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4
44	5	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4
45	2	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4
46	4	4	5	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4
47	4	3	4	5	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4
รวม	184	179	191	193	191	175	183	184	184	178	189	193	186	186
\bar{x}	3.83	3.73	3.98	4.02	4.15	3.72	3.89	3.91	3.91	3.79	4.02	4.11	3.96	3.96
S.D.	0.93	0.94	0.91	0.86	0.95	0.77	0.67	0.72	0.75	0.78	0.74	0.60	0.75	0.78

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แผนที่ 4														
คนที่ ชื่อที่	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4
1	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	3	4	3	4
2	5	4	4	5	3	4	3	4	5	4	3	5	5	5
3	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	5	4	4	3	3	4	3	3	4	4
5	5	4	5	5	4	4	3	3	4	5	5	5	5	5
6	4	4	5	5	5	3	3	3	4	4	5	5	5	5
7	5	3	5	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	4
8	5	5	5	5	5	3	3	4	4	3	5	5	5	3
9	5	5	5	5	4	4	3	3	3	3	5	5	5	5
10	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5
11	4	3	4	5	3	4	3	4	3	3	4	5	4	4
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	3	4	4	5	5	3	4	4	4	3	3	5	4	4
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
15	4	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3
16	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4
17	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
18	5	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	5	4	5
19	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4
20	5	5	5	5	4	5	5	5	4	3	5	5	5	5
21	4	4	5	5	5	4	3	4	4	5	5	5	5	4
22	4	5	5	5	5	4	4	4	3	5	5	5	5	5
23	3	3	4	4	5	3	3	3	3	3	4	4	4	4
24	5	3	4	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แผนี่ 4														
คนที่ ข้อที่	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4
25	2	3	4	5	5	3	3	3	3	4	4	5	4	3
26	5	4	4	5	5	3	3	3	2	4	4	4	4	3
27	5	3	4	5	4	3	4	4	4	3	5	5	4	4
28	4	4	5	5	5	4	2	4	4	3	5	4	4	5
29	5	5	4	4	5	4	4	4	5	5	3	4	3	3
30	4	5	5	4	4	2	5	5	4	5	4	4	5	4
31	3	4	5	3	4	3	4	4	4	2	3	3	4	3
32	4	4	5	5	4	3	3	4	4	2	4	5	5	5
33	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4
34	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
35	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4
36	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
37	5	4	4	5	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3
38	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	2	5
39	5	4	5	5	5	3	3	3	3	3	4	4	3	3
40	5	4	4	5	5	3	3	3	3	3	3	4	3	4
41	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
42	3	4	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5
43	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	2
44	5	3	4	5	5	4	2	3	3	4	3	3	3	4
45	3	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	4	5
46	4	3	3	5	4	4	4	3	3	3	5	3	3	3
47	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5
รวม	197	201	213	227	217	181	181	183	185	186	204	215	201	201
\bar{x}	4.38	4.19	4.44	4.73	4.52	3.85	3.85	3.89	3.94	3.96	4.25	4.48	4.19	4.21
S.D.	0.78	0.73	0.65	0.57	0.62	0.81	0.88	0.79	0.82	0.91	0.81	0.68	0.87	0.85

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล วรกานต์ อางหาญ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2563 - ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์สารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ. 2564 - ครูผู้สอนประจำวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนญามีอุลอิควาน อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี