



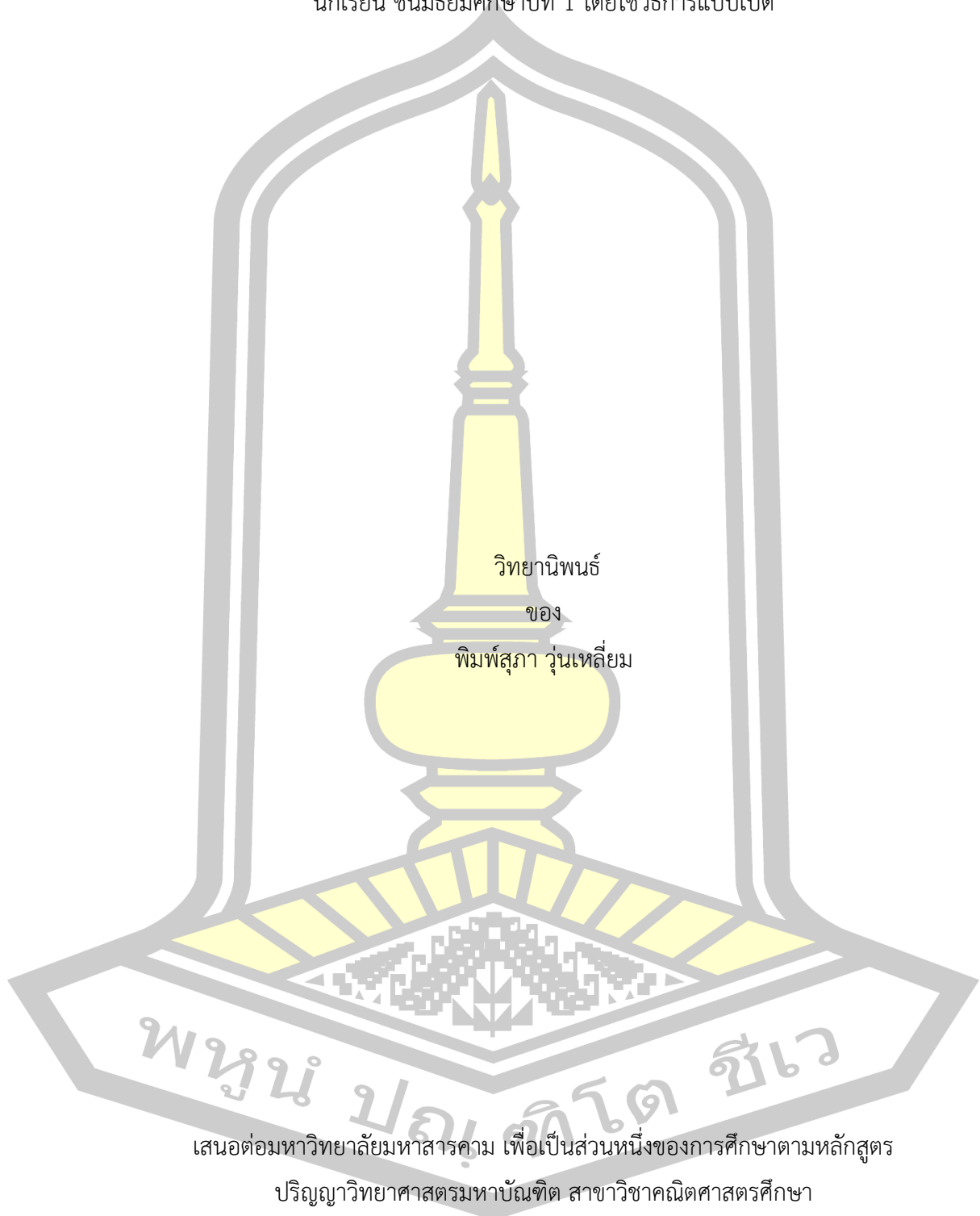
ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของ
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด

วิทยานิพนธ์
ของ
พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ตุลาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของ
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด

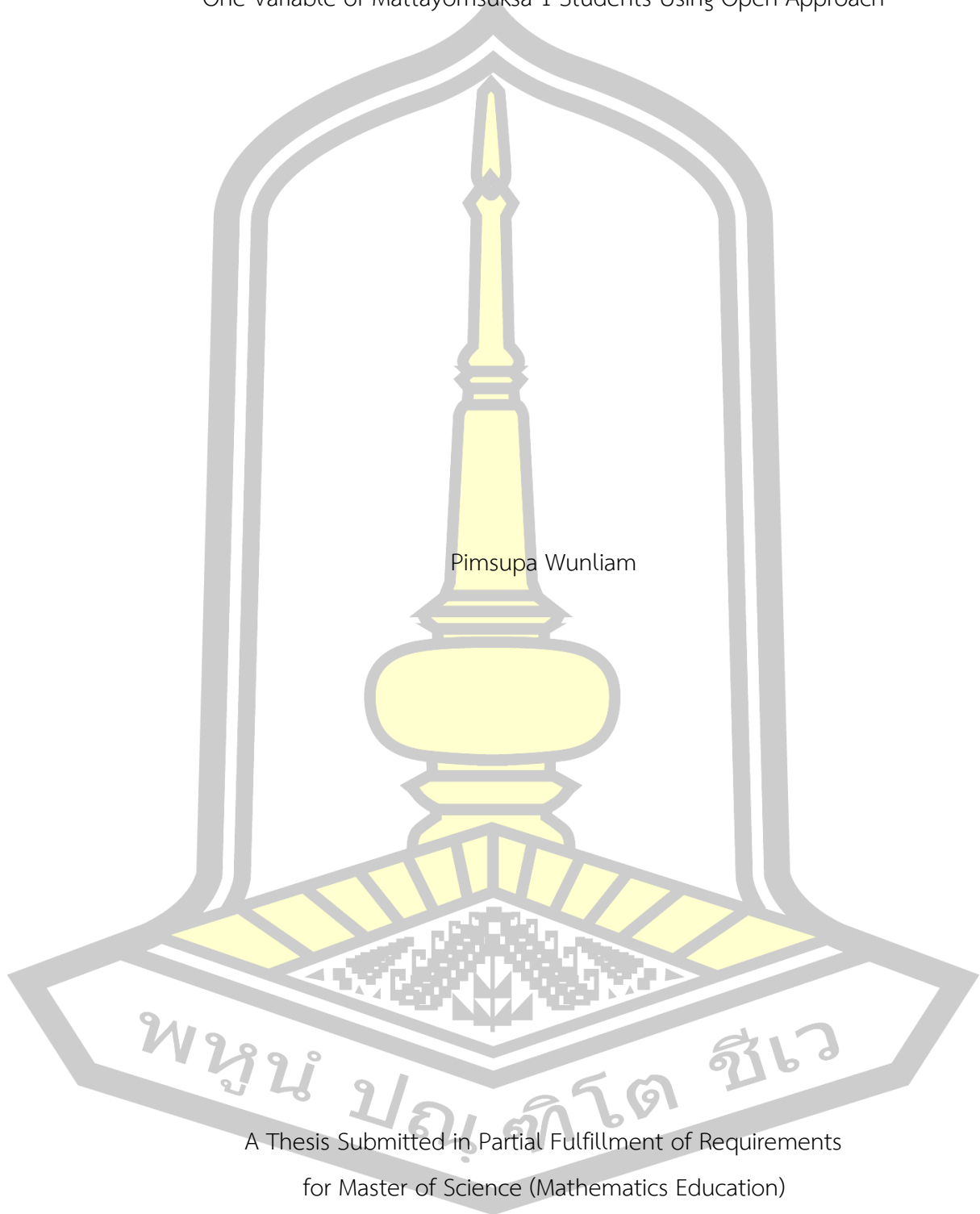


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

ตุลาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mathematical Problem Solving Ability and Communication on Linear Equation With
One Variable of Mattayomsuksa 1 Students Using Open Approach



Pimsupa Wunliam

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Science (Mathematics Education)

October 2020

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวพิมพ์สุภา วุ่น
เหลี่ยม แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. อรัญ ชูกระเดื่อง)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รศ. ดร. นิภาพร ชุตินันต์)

กรรมการ

(ผศ. ดร. ชวลิต บุญปก)

กรรมการ

(ผศ. ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รศ. ดร. กิริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พุทธ มนุชิต ชีวะ

ชื่อเรื่อง	ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด		
ผู้วิจัย	พิมพ์สุภา วุ่นเหลียม		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ รองศาสตราจารย์ ดร. นิภาพร ชุตินันต์		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2563

บทคัดย่อ

ผลการทดสอบ Programme for International Student Assessment หรือ PISA ซึ่งมีการประเมินทักษะการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง พบว่า ปี ค.ศ. 2018 ภาพรวมผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยเมื่อเทียบกับนานาชาติได้คะแนนเฉลี่ย 419 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาดทักษะการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับ หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เมื่อพิจารณาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เนื้อหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนเกิดความสับสนในกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาไม่ได้ ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจึงได้ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ (1) เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 (2) เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 80 คน จาก 2 ห้อง ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดและ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบ
 ละ 18 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 36 ชั่วโมง (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็น
 แบบทดสอบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.53-
 0.78 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตั้งแต่ 0.26-0.82 ค่าความเชื่อมั่น ทั้ง
 ฉบับ เท่ากับ 0.88 (3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็น
 แบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.41-0.78 และค่าอำนาจจำแนก
 (B) ตั้งแต่ 0.47-0.79 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ () เท่ากับ 0.61 และ (4) แบบทดสอบวัดความสามารถ
 ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่
 0.63-0.78 และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.63-0.82 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ () เท่ากับ 0.64
 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดย
 ใช้ One - Way MANOVA

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการ
 แบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มี
 ประสิทธิภาพ 88.69/84.67 2. ดัชนีประสิทธิผลของการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดย
 ใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ
 0.7617 คิดเป็นร้อยละ 76.17 3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้
 วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการ
 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการ
 จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

โดยสรุป นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด
 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
 คณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัด
 กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ควรนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนให้
 เกิดประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ : ความสามารถ, การแก้ปัญหา, การสื่อสารทางคณิตศาสตร์, สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว,
 วิธีการแบบเปิด

TITLE	Mathematical Problem Solving Ability and Communication on Linear Equation With One Variable of Mattayomsuksa 1 Students Using Open Approach		
AUTHOR	Pimsupa Wunliam		
ADVISORS	Assistant Professor Maliwan Tunapan , Ph.D. Associate Professor Nipaporn Chutiman , Ph.D.		
DEGREE	Master of Science	MAJOR	Mathematics Education
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2020

ABSTRACT

According to the results of the Program for International Student Assessment or PISA test, which assesses problem-solving skills from real-life situations, revealed that in 2018, the average score of mathematics learning of Thai students was 419 which was lower than the international average. This indicated that Thai students lacked problem-solving skills in real life situations. According to the objectives of the Basic Education Core Curriculum, 2008(Revised Edition B.E. 2551) of mathematics, the curriculum focuses on problem-solving, reasoning, communication, interpretation and presentation skills. In the context where the current study was conducted, most of Mattayomsuksa 1 Students had problems in the process of thinking, analyzing and solving the mathematical problems on linear equations with one variable. The researcher implemented mathematical learning activities using an open approach method. The objectives of the study were as follows: (1) to develop mathematical learning activities using an open-approach method on linear equation with one variable for Mattayomsuksa 1 students with the effectiveness following criteria 75/75 (2) to find the index of effectiveness of the mathematical learning activity plans using the open-approach method of linear equation with one variable for Mattayomsuksa 1 students (3) to compare academic achievement in solving mathematical problems and ability in communicating to solve the linear equation with one variable of Mattayomsuksa 1 Students between the group learning with an

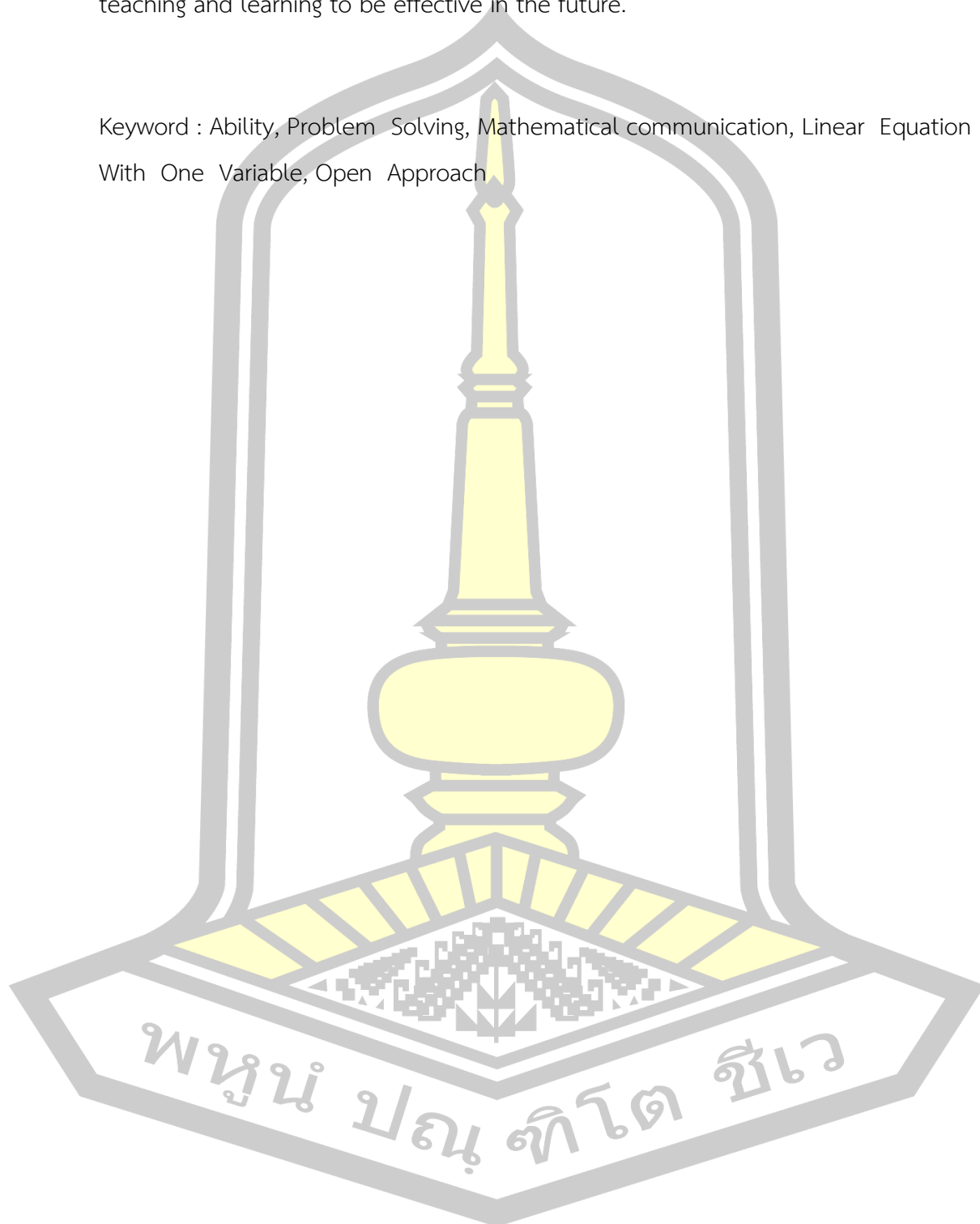
open-approach method learning activities and the group learning with normal learning activities. The sample group in the current study were 80 Mattayomsuksa 1 students from two intact classes at Sarakhampittayakhom School, Muang District, Mahasarakham Province, Semester 2, Academic Year 2019. The research instruments consisted of (1) a mathematical learning activity plans using an open-approach method and a normal learning activity plans on linear equation with one variable, lasting 36 hours of implementation (2) the 4-choice test with 30 items, with difficulty (p) ranging from 0.53-0.78, the discrimination (B) from 0.26-0.82, and the whole reliability 0.88 (3) the exercises to measure the ability to solve math problems, consisted of 5 subjective tests with difficulty (p) ranging from 0.41–0.78, the discrimination (B) ranging from 0.47–0.79, and the entire reliability 0.61 and (4) mathematical communication consisted of 5 subjective tests with difficulty (p) ranging from 0.63–0.78, the discrimination (B) from 0.63–0.82, and the entire reliability was 0.64. The statistics used in data analysis were percent, standard deviation, One – Way MANOVA.

The research results were as follows: (1) The plans for mathematical learning activities using the open-approach method on linear equations with one variable for Mattayomsuksa 1 Students was effective 88.69/84.67 (2) Index of the effectiveness of mathematics learning activity using the open-approach method on linear equations with one variable for Mattayomsuksa 1 Students had an effective index of 0.7617 or 76.17%. (3) Students implemented with mathematical learning activities using the open-approach method on linear equations with one variable for Mattayomsuksa 1 Students had academic achievement in mathematical problem-solving ability and mathematical communication ability significantly higher than students implemented with normal learning activities at a level of 0.05.

In conclusion, the students implemented with mathematics activities using the open-approach method on linear equations with one variable for Mattayomsuksa 1 Students had academic achievement in mathematical problem-solving ability and math communication ability higher than students

implemented with regular learning activities. Mathematics teachers should apply to teaching and learning to be effective in the future.

Keyword : Ability, Problem Solving, Mathematical communication, Linear Equation With One Variable, Open Approach



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่ง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรัญ ชูยกระเดื่อง ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.นิภาพร ชุตินันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์รอง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต บุญปก รองศาสตราจารย์ ดร.มนชยา เจียงประดิษฐ์ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบตรวจเครื่องมือ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำด้วยดีตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ศิริรัตน์ ชาวนา อาจารย์ ดร.อินทิรา ไชยะ นายสวัสดิ์ จันทมนตรี นางยุพิน พลเรือง นางเพชรจุ นามชั้น ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบตรวจเครื่องมือในการวิจัยและให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามทุกท่าน ที่ให้ความรู้ ให้คำปรึกษาด้วยดีตลอดระยะเวลาของการศึกษาในมหาวิทยาลัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะคุณครู โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกในการทำวิจัยจนสำเร็จตามวัตถุประสงค์

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ตลอดจนญาติพี่น้อง ทุกคนที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้ชีวิต ให้การศึกษา ตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และอบรมสั่งสอนผู้วิจัยเสมอมา

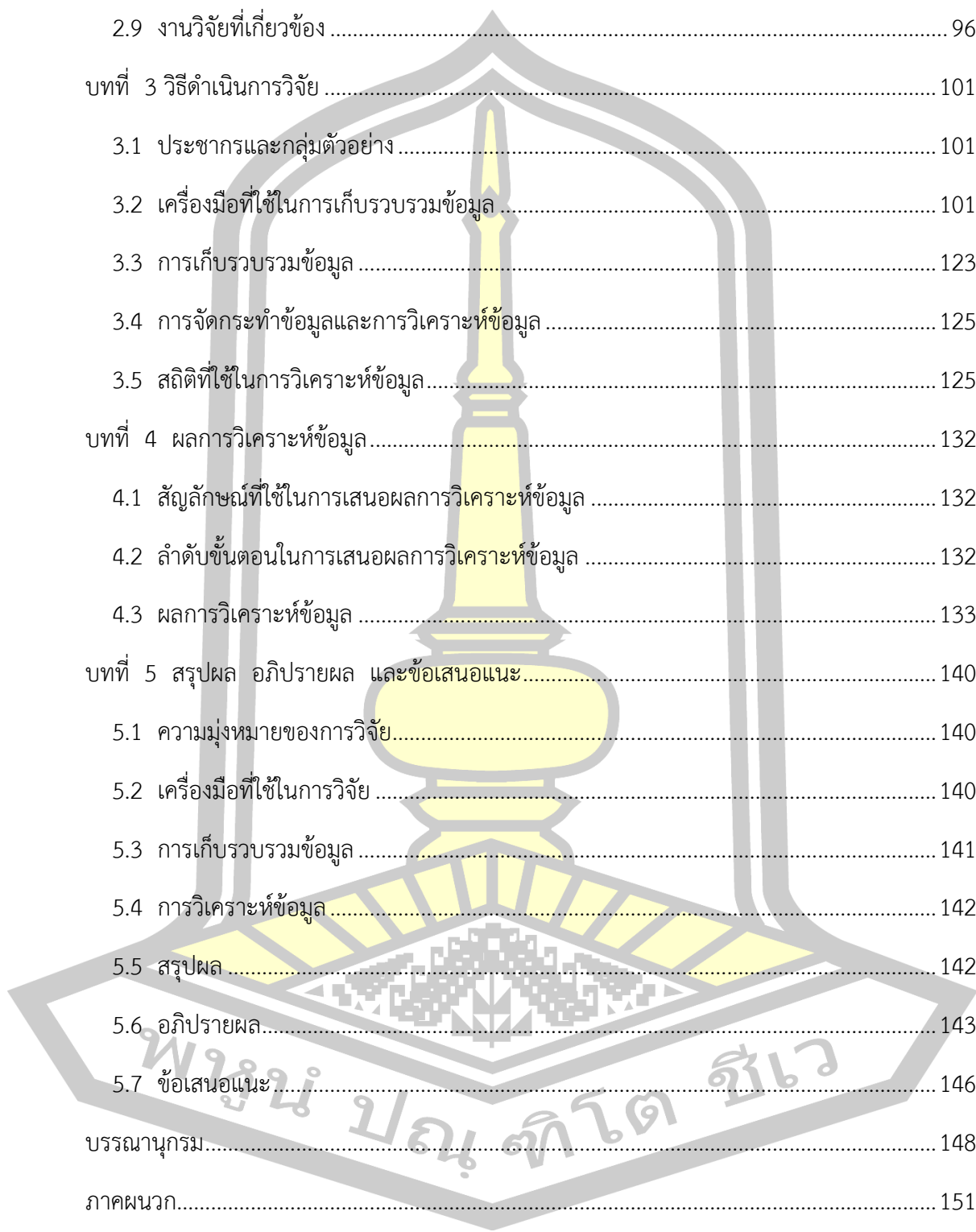
พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม

พหุ น ปณ ทิโต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฌ
สารบัญ.....	ญ
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	5
1.4 ความสำคัญของการวิจัย.....	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	10
2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	21
2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ.....	33
2.4 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	37
2.5 การสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	52
2.6 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้.....	84
2.7 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ (Effectiveness Index: E.I.).....	87

2.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	89
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	96
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	101
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	101
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	101
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	123
3.4 การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	125
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	125
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	132
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	132
4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	132
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	133
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	140
5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย	140
5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	140
5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	141
5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	142
5.5 สรุปผล	142
5.6 อภิปรายผล	143
5.7 ข้อเสนอแนะ	146
บรรณานุกรม	148
ภาคผนวก	151
ประวัติผู้เขียน	186

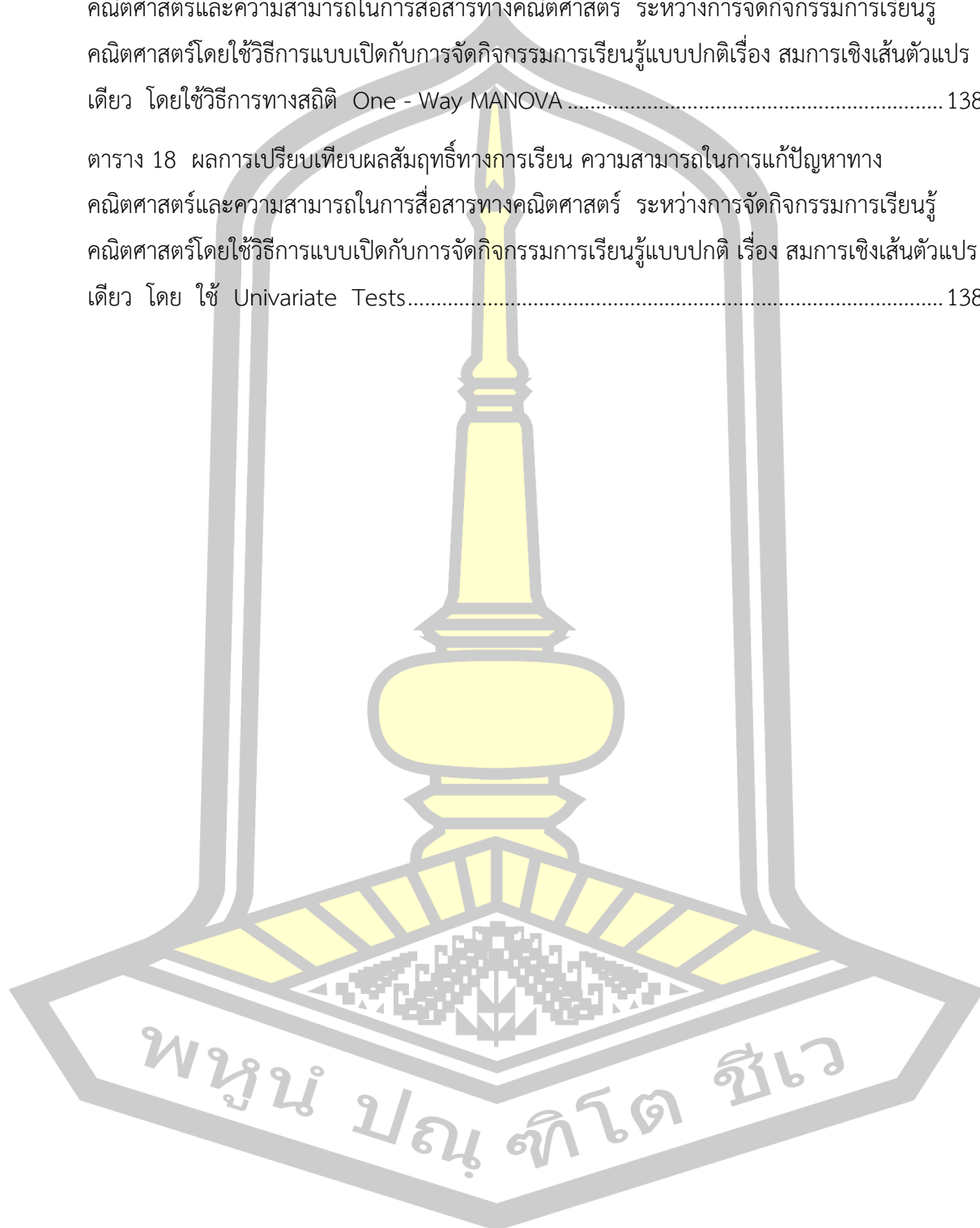


สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	19
ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคเพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	79
ตาราง 3 แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด	79
ตาราง 4 เกณฑ์การวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด	80
ตาราง 5 แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน	81
ตาราง 6 เกณฑ์การวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน	82
ตาราง 7 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้.....	103
ตาราง 8 ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนแบบทดสอบ	113
ตาราง 9 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ..	116
ตาราง 10 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	117
ตาราง 11 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	120
ตาราง 12 แผนการทดลอง.....	124
ตาราง 13 ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนระหว่างเรียน...	133
ตาราง 14 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	136
ตาราง 15 คะแนนค่าเฉลี่ย (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	137
ตาราง 16 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	137

ตาราง 17 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
 คณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปร
 เดียว โดยใช้วิธีการทางสถิติ One - Way MANOVA 138

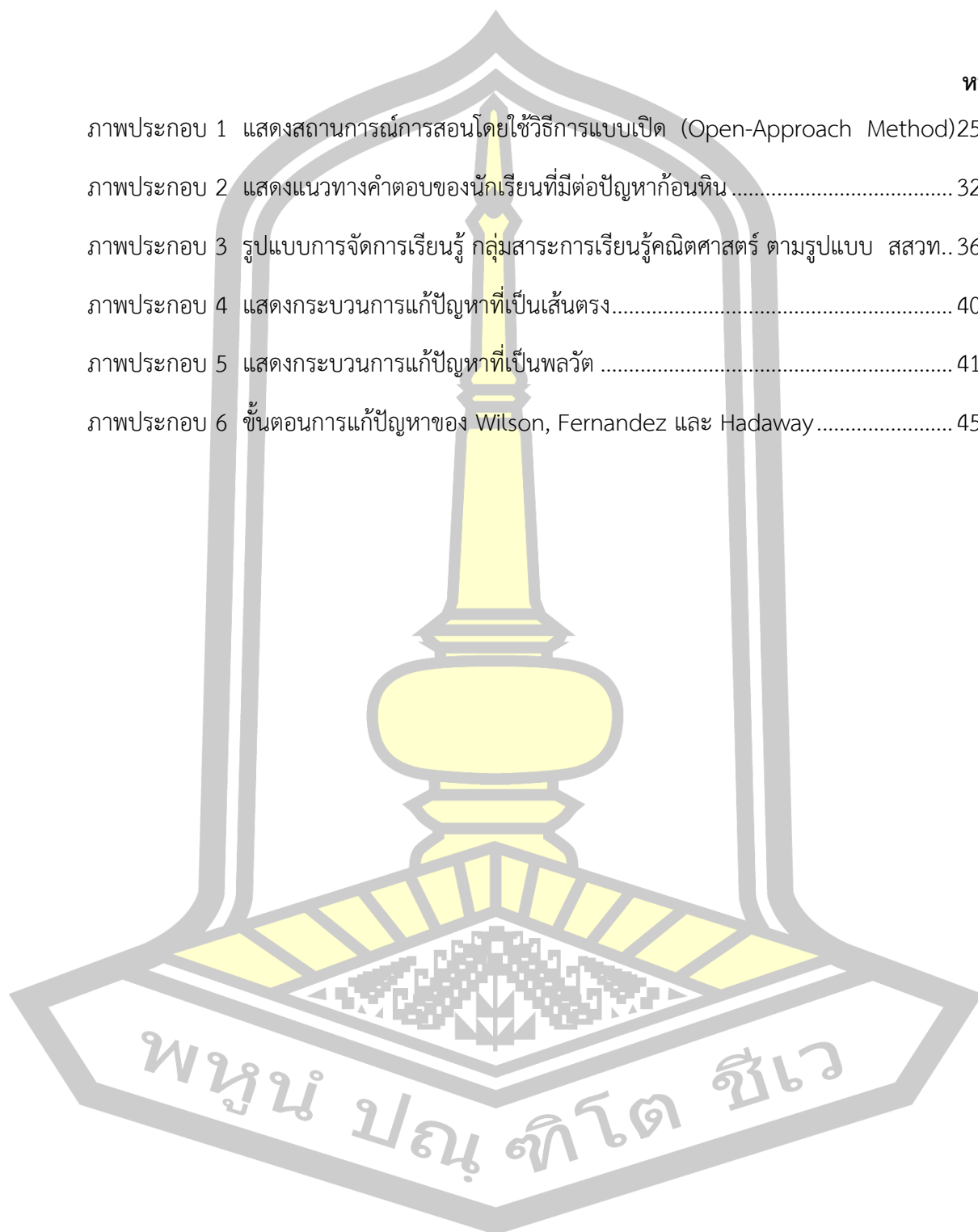
ตาราง 18 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
 คณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปร
 เดียว โดย ใช้ Univariate Tests..... 138



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1	แสดงสถานการณ์การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open-Approach Method)	25
ภาพประกอบ 2	แสดงแนวทางคำตอบของนักเรียนที่มีต่อปัญหาก่อนหน้า	32
ภาพประกอบ 3	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามรูปแบบ สสวท.	36
ภาพประกอบ 4	แสดงกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นเส้นตรง	40
ภาพประกอบ 5	แสดงกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต	41
ภาพประกอบ 6	ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Wilson, Fernandez และ Hadaway	45



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย

ปัจจุบันโลกมีความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ มากมาย ซึ่งเกิดจากการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งผลให้สังคมไทยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วไปด้วย กลายเป็นสังคมแห่งการสื่อสารหรือสังคมสารสนเทศมากขึ้น ระบบการศึกษาจึงต้องช่วยพัฒนาส่งเสริมมนุษย์ให้เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของวิทยาการใหม่ ๆ มนุษย์ต้องรู้จักคิด วิเคราะห์ คิดอย่างวิจารณ์ญาณ ตัดสินใจ ให้เหตุผล แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ดังพระบรมราโชวาท พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช (สำนักพระราชเลขานุการ, 2540)

การตระหนักคิดหรือความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นแนวทางสำคัญในการสอนให้ผู้เรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น ดังที่ปรากฏอยู่ในความมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาหลาย ฉบับและหลายระดับ นับตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงระดับอุดมศึกษาเรื่อยมา ซึ่งสอดคล้องกับ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2564) ได้ชี้ให้เห็นถึง ยุทธศาสตร์การพัฒนามนุษย์สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน โดยมีเป้าหมายการพัฒนาให้ คนไทยทุกคนได้รับการพัฒนาทั้งร่างกายและจิตใจ มีความรู้ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ มีนิสัยใฝ่รู้ตลอดชีวิต มีความคิดสร้างสรรค์ มีวินัย มีคุณธรรม จริยธรรม มีค่านิยม ความเป็นไทย รู้จักหน้าที่ตนเองและของผู้อื่น มีจิตสำนึกรับผิดชอบต่อสังคม ซึ่งแนวทางดังกล่าว สอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติในศตวรรษที่ 21 โดย มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะ ด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้ให้ ความสำคัญต่อทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้เรียนสามารถนำ ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกวิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของ

คำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง อีกทั้งการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปลผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน จึงได้กำหนดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งหนึ่งที่ต้องพัฒนา และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถใช้กระบวนการคิดในการพัฒนาตนเอง และ กระบวนการเรียน จะเห็นได้ว่าการศึกษาไทยได้ให้ความสำคัญและความสนใจของทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว เนื่องจากทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถคิดอย่างมี เหตุผลเป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) สอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดำเนินการจัดทำมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 คณิตศาสตร์ มัธยมศึกษาตอนต้นให้ความสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียน มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่าง รอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องอาศัยความคิดรวบยอด ทักษะการคิด คำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่าง ๆ นำไปใช้แก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญต่อชีวิตและสามารถสร้าง ให้เกิดขึ้นได้ ในการสอนนักเรียนให้รู้จักแก้ปัญหา จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน แบบแผน และมีเหตุผลในการตัดสินใจ ดังที่ NCTM (1991) การแก้ปัญหาต้องเป็น จุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งนำเสนอแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับการสอน การแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ที่เชื่อว่าจะทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มี ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สิ่งนี้ส่งผลให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาสนใจศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ (Krulik, 1980) และสิริพร ทิพย์คง (2544) กล่าวว่า ถ้า นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ สนุกสนาน นักเรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียน ได้และสามารถนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้นั้น นักเรียนจะมีเจตคติที่ดีต่อการ เรียนคณิตศาสตร์ อีกทั้งการแก้ปัญหาเป็นความสามารถหนึ่งในทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวผู้เรียน การเรียนการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อ ท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะ พื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

การสื่อสารเป็นหนึ่งในกระบวนการที่สำคัญของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ NCTM (1989, 2000 อ้างถึงใน ไมตรี และคณะ, 2546) ที่ควรเกิดขึ้นกับนักเรียน ซึ่งการสื่อสารนั้นไม่เป็นเพียงแค่การทำความเข้าใจ แต่การสื่อสารนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นในการศึกษา ซึ่งในชั้นเรียนที่สอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด จะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดขึ้นได้อย่างมากเมื่อเทียบกับชั้นเรียนทั่วไป (เอื้อจิตร, ไมตรี และนฤมล, 2551) โดยการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการพูดคุย เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในระหว่างการแก้ปัญหาที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ซึ่งสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดนี้ จะมุ่งเน้นให้นักเรียนมีอิสระทางด้านการคิดและส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากกระบวนการกลุ่ม โดยวิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีนั้นหลายวิธี (Pirie, 1998) ได้จำแนกไว้ทั้งสิ้น 6 วิธี ได้แก่ ภาษาทั่วไป ภาษาที่เป็นคำพูดทางคณิตศาสตร์ภาษาสัญลักษณ์ การแสดงแทนด้วยภาพ การตั้งสมมติฐานร่วม ภาษาเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในระหว่างการแก้ปัญหาของนักเรียน นอกจากนี้ยังรวมไปถึงกระบวนการหรือขั้นตอนของการกระทำเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการกระทำที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการรับรู้ของการมีส่วนร่วมในการสื่อสาร (Emori, 2005)

จากผลการทดสอบ Programme for International Student Assessment หรือ PISA ซึ่งมีการประเมินทักษะการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง ในปี ค.ศ. 2018 ในภาพรวมผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยเมื่อเทียบกับนานาชาติได้คะแนนเฉลี่ย 419 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) คะแนนเฉลี่ย 489 คะแนน จากทั้งหมด 65 ประเทศ และพบว่านักเรียนไทย 47% มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป โดยค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD มีนักเรียน 76% ที่มีความสามารถในระดับดังกล่าว แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาดทักษะการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดสร้างสรรค์ เมื่อพิจารณาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เนื้อหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนเกิดความสับสนในกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาไม่ได้ ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ อีกทั้งยังขาดการคิดอย่างมีเหตุผลและการคิดอย่างมีระบบ และพบได้จากการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบ หลังเรียนและการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน (อุษณีย์ เสือจันทร์, 2553) ซึ่งถ้านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ยังไม่เข้าใจหรือขาดพื้นฐานการแก้ปัญหา รวมถึงการสื่อสารหรือนำเสนอแนวคิด

ทางคณิตศาสตร์ ย่อมทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับขั้นที่สูงขึ้นขาดประสิทธิภาพ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

การที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานและขาดความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารหรือสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์นั้น ส่วนหนึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการเรียนการสอน วิธีสอนของครู โครงสร้างทางด้านความรู้ความสามารถและปัจจัยจากสภาพแวดล้อมจะมีบทบาทสำคัญต่อการขัดขวางหรือส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน (ขมนาด เชื้อสุวรรณทวิ, 2542) ซึ่งไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2555) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนคณิตศาสตร์ของครูไทยยังไม่ได้สร้างให้เด็กเกิดความคิดในการแก้ปัญหา ครูสนใจแค่คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว โดยมองข้ามและไม่สนใจกระบวนการคิดของนักเรียนทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกคิดแก้ปัญหา สอดคล้องกับ (Nohda, 1986) ที่ได้กล่าวถึง วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ว่าเป็นวิธีการสอนหนึ่งที่ใช้กิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์และนักเรียน ได้ใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จำเป็นต้องสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีคิดทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมแก้ปัญหาของนักเรียนได้ถูกเปิดออกมาอย่างชัดเจน (Nohda, 1986) จุดมุ่งหมายวิธีการแบบเปิด คือการช่วยให้กิจกรรมที่มีความคิดสร้างสรรค์และวิธีคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน พร้อมทั้งสื่อสารหรือสื่อความหมายให้ผู้รับสารเข้าใจได้ กล่าวคือทั้งกิจกรรมของนักเรียนและวิธีคิดทางคณิตศาสตร์ จะต้องถูกนำออกมาใช้อย่างเต็มความสามารถ ต้องให้นักเรียนแต่ละคนมีอิสระในการพัฒนาความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาตามความสามารถและความสนใจของตนเอง สิ่งสุดท้ายต้องปล่อยให้นักเรียนได้พัฒนาความฉลาดทางคณิตศาสตร์ของเขา จึงต้องสร้างกิจกรรมห้องเรียนที่จะส่งเสริมวิธีคิดทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าก็จะใช้วิธีทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและนักเรียนที่มีความสามารถต่อยกกว่าก็ยังคงสนุกสนานกับกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามความสามารถของตน การทำเช่นนี้ก็เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเปิดโอกาสการสืบเสาะด้วยวิธีการที่ตนเชื่อมั่นและนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนสูงขึ้น ผลที่เกิดขึ้นมีความเป็นไปได้ที่นักเรียนจะเกิดการพัฒนากิจการทางด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ และในขณะเดียวกันยังเป็นการช่วยส่งเสริมทักษะด้านการสื่อสารหรือสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนแต่ละคนด้วย (Nohda, 1986)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เนื่องจากรูปแบบดังกล่าว ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทักษะทั้ง 2 เป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนเกิดประสบการณ์เรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจอย่างถูกต้องและลึกซึ้ง การสื่อสารนั้นนอกจากจะเป็นการส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกันแล้ว ยังเป็น

การให้ข้อมูลป้อนกลับอันเป็นประโยชน์ที่สำคัญแก่ครูที่จะได้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจการเรียนรู้
มากน้อยเพียงใดอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง
สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

1.2.2 เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการ
แบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการ
สื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

1.4 ความสำคัญของการวิจัย

1.4.1 ได้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

1.4.2 ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้
วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.4.3 เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องอื่น ๆ ต่อไป

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 460 คน จาก 12 ห้อง

1.5.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 80 คน จาก 2 ห้อง ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้ห้องเรียน 2 ห้อง

1.5.3 ระยะเวลาที่ทำวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 18 ชั่วโมง (ไม่รวมเวลาการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน)

1.5.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ

1.5.4.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1.5.4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1.5.4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

1.5.4.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.5.4.2.3 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.5.5 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัส ค21202 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียน นักเรียนมีอิสระในการแสดงแนวคิดของตนเองรวมถึงใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการหรือประสบการณ์ที่มีอยู่มาแก้ปัญหา จนสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเองได้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.6.1.1 ขั้นตอนการนำเสนอปัญหาปลายเปิด หมายถึง ขั้นตอนที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด จากนั้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยครูใช้คำถามนำหรือกลวิธีเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหา

1.6.1.2 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละคนวางแผนแก้ปัญหาอย่างอิสระ นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่หรือศึกษาแนวคิดเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งบันทึกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้น โดยครูใช้คำถามหรือกลวิธีกระตุ้นให้นักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาหรือคำตอบของปัญหาที่หลากหลาย

1.6.1.3 ขั้นการอภิปรายบทเรียน หมายถึง ขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม จากนั้นให้สมาชิกภายในกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิด วิธีการแก้ปัญหา เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีที่เหมาะสม ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 วิธี แล้วลงมือแก้ปัญหาร่วมกัน พร้อมทั้งบันทึกวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมพร้อมกับให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน

1.6.1.4 ขั้นเชื่อมโยงและสรุปแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หมายถึง ขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันรวบรวมแนวคิดที่คล้ายกันที่ได้การนำเสนอหน้าชั้นเรียน แล้วสรุปเป็นข้อ ๆ จากนั้นครูเชื่อมโยงแนวคิดเข้ากับเป้าหมายของบทเรียนให้มีความลงตัวพอดี ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูได้เตรียมการมาล่วงหน้าแล้ว และให้นักเรียนสรุปเป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยถ้อยคำของตนเอง

1.6.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง วิธีการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกลุ่มควบคุมที่ผู้วิจัยดำเนินการตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่

1.6.2.1 ขั้นทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม เป็นขั้นตอนการเตรียมความพร้อมของนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

1.6.2.2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นตอนการสอนเนื้อหาใหม่ที่ยังไม่เคยเรียนมาก่อน

1.6.2.3 ขั้นสรุป เป็นขั้นตอนการสรุปหลักเกณฑ์ แนวคิดเพื่อนำเข้าสู่สูตรหรือวิธีลัด โดยนักเรียนช่วยกันสรุปซึ่งครูทำหน้าที่ให้คำชี้แนะ

1.6.2.4 ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องฝึกทักษะจากบทเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ

1.6.2.5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้

1.6.2.6 ขั้นการประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ครูนำเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้มาทดสอบ หากทำไม่ได้ให้จัดซ่อมเสริมและถ้าผ่านการประเมินก็สอนเนื้อหาอื่นต่อไป

1.6.3 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

เกณฑ์ 75 แรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คัดจาก ใบกิจกรรม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน และแบบทดสอบย่อย โดยกำหนดสัดส่วนเป็น 30 : 30 : 40 ตามลำดับ ซึ่งต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75

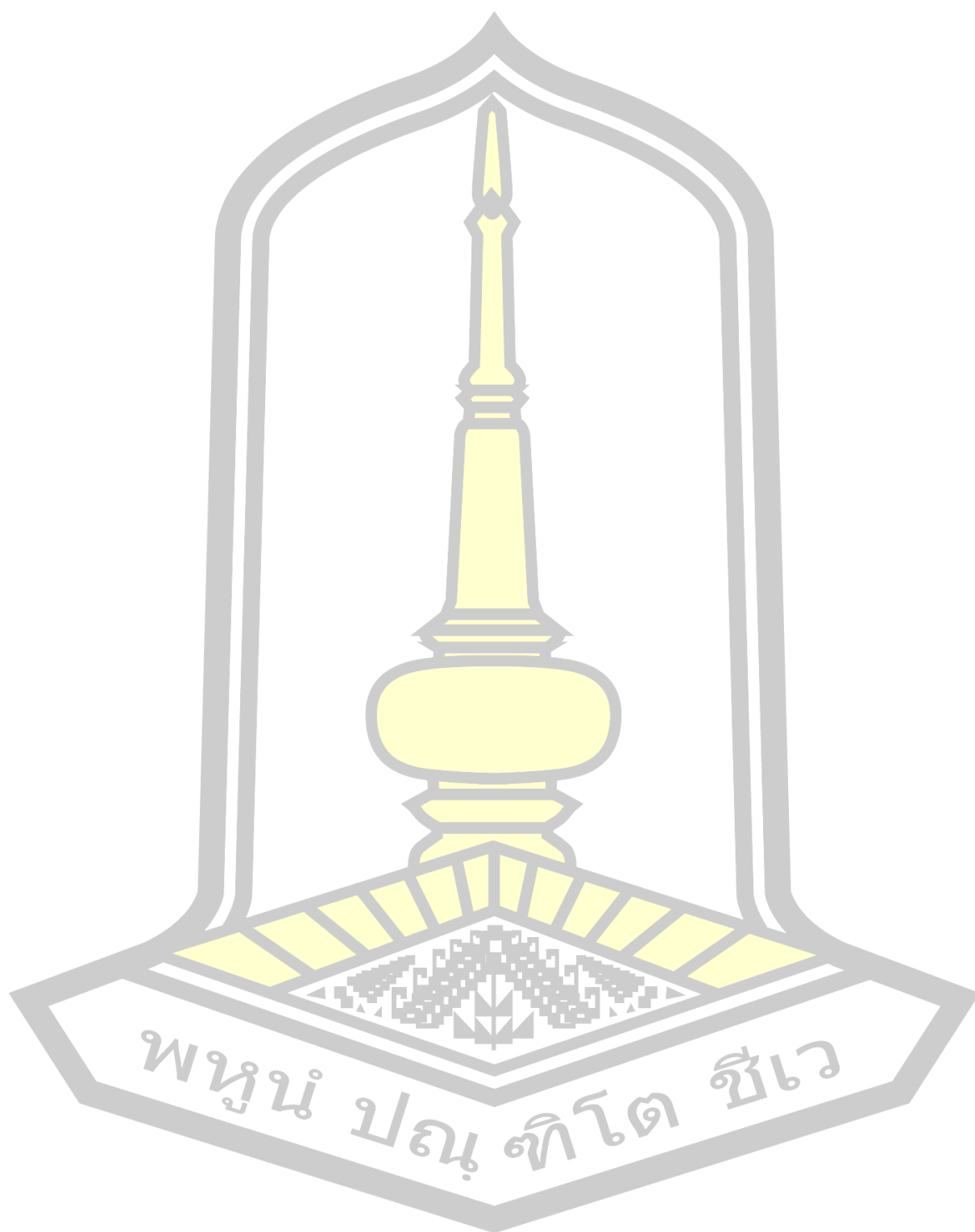
เกณฑ์ 75 หลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ในการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คัดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่สามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ได้คะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป

1.6.4 ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งได้มาจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

1.6.5 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบผล เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.6 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในด้านพูดอธิบาย ใช้ท่าทาง เพื่อสื่อสารหรือสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยการนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ซึ่งวัดโดยใช้แบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถของผู้เรียน ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
4. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์
6. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
7. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้
8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

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

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้มีการยกเลิก เพิ่มเติม เปลี่ยนแปลง มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เป็นการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพของคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ การยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 โลกในศตวรรษที่ 21 และทัดเทียมกับนานาชาติ ให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการแข่งขันและดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ในประชาคมโลก ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กล่าวถึงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นมนุษย์ที่สมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก โดยยึดมั่นในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน มีเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาคือ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่ามนุษย์สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ

2.1.2 หลักการ

เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นไปตามแนวนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศ และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ จึงได้กำหนดหลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ ดังนี้

2.1.2.1 เป็นการจัดการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ พัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และมุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่ความเป็นสากล

2.1.2.2 เป็นการจัดการศึกษาเพื่อปวงชน ประชาชนทุกคนจะได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและเท่าเทียมกัน

2.1.2.3 เป็นการจัดการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจโดยชุมชนหรือสังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น

2.1.2.4 เป็นหลักสูตรที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระ เวลาและการจัดการเรียนรู้ให้สนองต่อความต้องการของผู้เรียน ชุมชน สังคมและประเทศชาติ

2.1.2.5 เป็นหลักสูตรที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.1.2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

2.1.3 จุดหมาย

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข อยู่บนพื้นฐานของความเป็นไทยมีศักยภาพในการศึกษาคือ การประกอบอาชีพ จึงได้กำหนดจุดหมายซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ดังต่อไปนี้

2.1.3.1 เห็นคุณค่าของตนเอง มีคุณธรรม จริยธรรม มีวินัยในตนเอง ยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาอื่นที่ตนนับถือ

2.1.3.2 มีความรู้อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ มีทักษะกระบวนการต่าง ๆ และศักยภาพในการจัดการ การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี ปรับวิธีคิด วิธีการทำงานได้เหมาะสมกับสถานการณ์

2.1.3.3 ดูแลตนเองให้มีสุขภาพกายที่ดีและบุคลิกภาพที่ดี รักการออกกำลังกาย

2.1.3.4 เข้าใจในประวัติศาสตร์ของชาติไทย ภูมิใจในความเป็นไทย เป็นพลเมืองดี ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.1.3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษาไทย ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี กีฬา ภูมิปัญญาไทย รักประเทศชาติและท้องถิ่น ทรัพยากรธรรมชาติและพัฒนาสิ่งแวดล้อม มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้สังคม

2.1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

การจัดการศึกษารายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นการจัดการศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตามศักยภาพ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด ซึ่งประกอบด้วยสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้

2.1.4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถถ่ายทอดแนวคิด ความคิด ความรู้ ความรู้สึก ทศนคติของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข่าวสาร และประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม นอกจากนี้การสื่อสารยังช่วยลดปัญหา ความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตลอดจนการเลือกใช้สื่อที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

2.1.4.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์และการคิดอย่างเป็นระบบแบบแผน เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2.1.4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม จริยธรรม การเลือกรับข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม

โดยแสวงหาความรู้ ข้อมูลข่าวสารมาประกอบการตัดสินใจโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.1.4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำ กระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมบน รวมถึงการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ตลอดชีวิต สังคมการทำงาน การอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างปฏิสัมพันธ์อันดี ระหว่างบุคคล การปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก และการรู้จักหลีกเลี่ยง สถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

2.1.4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการ เลือกใช้เทคโนโลยี ทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

2.1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ เพื่อพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่กำหนดขึ้นโดย พิจารณาจากสภาพของสังคม และการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคปัจจุบัน ซึ่งทำให้มีความจำเป็นต้อง เน้นและปลูกฝังลักษณะดังกล่าวให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนทุกคน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาในองค์ รวมทั้งด้านสติปัญญา และคุณธรรม อันจะนำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าและความมั่นคงสงบสุขใน สังคม ซึ่งกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ ดังนี้

2.1.5.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

2.1.5.2 ซื่อสัตย์สุจริต

2.1.5.3 มีวินัย

2.1.5.4 ใฝ่เรียนรู้

2.1.5.5 อยู่อย่างพอเพียง

2.1.5.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

2.1.5.7 รักความเป็นไทย

2.1.5.8 มีจิตสาธารณะ

2.1.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

2.1.6.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของ จำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และการนำความรู้เรื่องไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

2.1.6.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และการนำความรู้เรื่องไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

2.1.6.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และการนำความรู้เรื่องไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

2.1.6.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และการนำความรู้เรื่องไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

2.1.6.5 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสอง และการนำความรู้เรื่องไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

2.1.6.6 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และการนำความรู้เรื่องไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

2.1.6.7 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิตตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.6.8 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ การหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

2.1.6.9 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมทรงกระบอก พีระมิต กรวย และทรงกลม และการนำความรู้เรื่องไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

2.1.6.10 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และการนำความรู้เรื่องไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

2.1.6.11 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต และการนำความรู้เรื่องไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

2.1.6.12 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ และการนำความรู้เรื่องไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

2.1.6.13 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีเกี่ยวกับวงกลม และการนำความรู้เรื่องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1.6.14 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิตโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่องและใช้ความรู้เรื่องนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

2.1.7 สาระคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้จัดสาระการเรียนรู้เป็น 3 สาระ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม การนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยาม แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณทางสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

2.1.8 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนมี ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้สถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

2.1.9 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

2.1.9.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจ คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2.1.9.2 การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาพและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายสรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

2.1.9.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

2.1.9.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รับรอง

2.1.9.5 การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

2.1.10 การวัดผลและการประเมินผล

การวัดผลและประเมินผลทางคณิตศาสตร์ควรมุ่งเน้นการวัดสมรรถภาพโดยรวมของผู้เรียนเป็นหลัก (Performance Examination) และผู้สอนต้องถือว่าการวัดผลและการประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น หัวใจของการวัดผลและการประเมินผล ไม่ใช่อยู่ที่การวัดเพื่อประเมินตัดสินได้หรือตกของผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่อยู่ที่การวัดผลเพื่อวินิจฉัยหาจุดบกพร่อง ตลอดจนการวัดผลเพื่อ

นำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้สามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

การประเมินผลที่ดีนั้นต้องมาจากการวัดผลที่ดี กล่าวคือ จะต้องเป็นการวัดผลที่มีความถูกต้อง (Validity) และมีความเชื่อมั่น (Reliability) และการวัดผลนั้นต้องมีการวัดผลด้วยวิธีต่าง ๆ ที่หลากหลายตามสภาพ และผู้สอนจะต้องวัดให้ต่อเนื่อง ครอบคลุมและทั่วถึง เมื่อนำผลการวัดทั้งหลายมารวม สรุปก็จะทำให้การประเมินผลนั้นถูกต้องใกล้เคียงตามสภาพจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ผู้วิจัยได้สรุปว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในกลุ่มสาระที่สำคัญที่กำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เนื่องจากคณิตศาสตร์มีบทบาทที่สำคัญต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คณิตศาสตร์นอกจากจะช่วยให้มนุษย์คิดอย่างมีระบบ แบบแผน สร้างสรรค์ ยังช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาด้วยความสมเหตุสมผล นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนามนุษย์ให้มีคุณภาพทันต่อการเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

2.1.11 หลักของสูตรสถานศึกษา

โรงเรียนสารคามพิทยาคม (2551) ตามที่หลักสูตรการศึกษาแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้ให้สถานศึกษาจัดทำหลักของสูตรสถานศึกษา จัดกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่องผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน ปลูกฝังคุณธรรมค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ อำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้จัดทำหลักสูตรขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ครูได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสาระเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้มีขอบข่ายเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมแต่ละหัวข้อ ทั้งนี้ครูผู้สอนสามารถปรับได้ตามความเหมาะสมกับผู้เรียนเพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จบลงตามเวลาที่มีอยู่

2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรสถานศึกษารายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ได้มีการปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพสังคมที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาให้นักเรียนเกิดความสุขและความเพลิดเพลินในการเรียนรู้ เปรียบเสมือนเป็นวิธีสร้างกำลังใจและเร้าใจให้เกิดความก้าวหน้าแก่ผู้เรียนให้มากที่สุด มีความรู้สูงสุดสำหรับผู้เรียนทุกคน ควรสร้างความเข้มแข็ง ความสนใจ และประสบการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการเรียนรู้ และทำงานอย่างอิสระ มีทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญ ๆ ในการอ่าน เขียน เพื่อให้เกิดกระบวนการคิดอย่างอย่างมีเหตุผล

3. คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค21202

เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ที่ไปประยุกต์ใช้ได้ในเรื่องเกี่ยวกับ แบบรูปและความสัมพันธ์ คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากัน โจทย์สมการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ กราฟและการนำไปใช้ ความสัมพันธ์เชิงเส้น โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ ที่ใกล้ตัวผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้รับไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ ละเอียดรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และเชื่อมั่นในตนเอง และยอมรับเกี่ยวกับการวัดผล ประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลายตามสภาพจริงของเนื้อหาและทักษะกระบวนการที่ต้องการวัด ซึ่งมีผลการเรียนรู้ ดังนี้

1. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้ได้
2. บอกความหมายของนิพจน์พีชคณิต และหาค่าของนิพจน์พีชคณิตโดยการแทนค่าได้
3. เขียนนิพจน์พีชคณิตแทนข้อความจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ และเขียนข้อความจากนิพจน์พีชคณิตที่กำหนดให้ได้
4. หาค่าของนิพจน์พีชคณิตจากสถานการณ์ปัญหาได้อย่างหลากหลาย
5. บอกความหมายของสมการ เข้าใจและอธิบายลักษณะของสมการที่เป็นจริงและไม่เป็นจริงได้
6. บอกลักษณะของคำตอบของสมการ และหาคำตอบของสมการโดยใช้วิธีการแทนค่าตัวแปรได้
7. บอกสมบัติของการเท่ากันได้
8. สามารถแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายได้

9. แก้มการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากันได้และวิธีการที่หลากหลายได้

10. มีทักษะการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากันได้รวดเร็ว

11. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายได้ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

12. ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายและเหมาะสม
ตาราง 1 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	รวม (ชั่วโมง)
ม.1	1. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของ แบบรูปที่กำหนดให้ได้	แบบรูปและความสัมพันธ์ นิพจน์พีชคณิต	1 1	18
	2. บอกความหมายของนิพจน์ พีชคณิต และหาค่าของนิพจน์ พีชคณิตโดยการแทนค่าได้	นิพจน์พีชคณิต	1	
	3. เขียนนิพจน์พีชคณิตแทน ข้อความจากสถานการณ์ปัญหาที่ กำหนดให้ได้ และเขียนข้อความจาก นิพจน์พีชคณิตที่กำหนดให้ได้	นิพจน์พีชคณิต	1	
	4. หาค่าของนิพจน์พีชคณิตจาก สถานการณ์ปัญหาได้อย่าง หลากหลาย	สมการ	1	
	5. บอกความหมายของสมการ เข้าใจและอธิบายลักษณะของสมการ ที่เป็นจริงและไม่เป็นจริงได้	สมการและคำตอบ	1	
	6. บอกลักษณะของคำตอบของ สมการและหาคำตอบของสมการโดย ใช้วิธีการแทนค่าตัวแปรได้	ของสมการ สมบัติการเท่ากัน	2	

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	รวม (ชั่วโมง)
ม.1	7. บอกสมบัติของการเท่ากันได้	การแก้สมการเชิงเส้น	2	
	8. สามารถแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายได้	ตัวแปรเดียว การแก้สมการเชิงเส้น	1	
	9. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากันได้และวิธีการที่หลากหลายได้	ตัวแปรเดียว การแก้สมการเชิงเส้น	1	
	10. มีทักษะการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากันได้รวดเร็ว	ตัวแปรเดียว โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ	1	
	11. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายได้พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ	1	
	12. ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายและเหมาะสม	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	5	

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 18 ชั่วโมง (ไม่รวมแบบทดสอบย่อยแต่ละเรื่องย่อย) แบ่งออกเป็น 4 เรื่องย่อย คือ

เรื่องที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนรู้จักสมการ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 2 สมการและคำตอบของสมการ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 3 การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ใช้เวลา 5 ชั่วโมง

เรื่องที่ 4 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ใช้เวลา 7 ชั่วโมง

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

2.2.1 ความหมายและความเป็นมาของวิธีการแบบเปิด

โนตะ (Nohda, 1983) ได้กล่าวถึง แนวคิดที่เกี่ยวกับเรื่องการเปิด (Openness) โดยมีเป้าหมายให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ตามความสามารถของตนเองควบคู่ไปกับการตัดสินใจด้วยตนเอง การสอนโดยวิธีการแบบเปิดมุ่งเน้นที่แนวคิดหรือกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนมากกว่าการสอนเนื้อหาให้ครบ และโนตะได้กล่าวถึง การเปิดใจของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Opening Up the Hearts of Students toward Mathematics) ที่ครูผู้สอนจะต้องพยายามอย่างเต็มที่ที่จะทำให้เกิดความเชื่อมั่นว่ากิจกรรมทางการศึกษาทุกชนิดเป็นสภาพแวดล้อมที่ดีที่สุดสำหรับการเรียนรู้และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้สูงสุดเต็มตามศักยภาพ การสอนคณิตศาสตร์โดยทั่วไป ครูได้รับการคาดหวังว่ามีหน้าที่คอยช่วยเหลือให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา อธิบายหรือถ่ายทอดวิธีคิดของตนเองให้ผู้เรียนได้เข้าใจ รวมทั้งมีหน้าที่ขยายแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหวังให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์และรวมทั้งเรื่องอื่น ๆ ด้วย แต่การสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าวเป็นไปตามแนวทางแบบเดิมของครูไม่สามารถเปิดใจของนักเรียนได้ แตกต่างจากการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีเป้าหมายให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์เต็มตามศักยภาพของตนเองด้วยทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดยึดหลักการ 3 ประการ ดังนี้

- 1) การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีอิสระในการแสดงแนวคิดของตนเอง
- 2) การเรียนรู้ที่บูรณาการโลกคณิตศาสตร์เข้ากับโลกจริง
- 3) การเรียนรู้ที่เอื้อต่อครูผู้สอนให้จัดการสอนที่สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน

โนตะ (Nohda, 2000) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด หมายถึง วิธีการหรือกระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์กับธรรมชาติของนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้วิธีการที่หลากหลาย ซึ่งมีจุดหมายเพื่อกระตุ้นแนวคิดของนักเรียนจนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเองจนนำไปสู่การแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ (The National Council of Teacher of Mathematics, 1989) ได้ให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดไว้ว่า เป็นปัญหาที่ให้นักเรียนได้แสดงคำตอบหรือวิธีการอย่างหลากหลายในการแก้ปัญหา ปัญหาจากคำถามปลายเปิดจะต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมความสนใจและให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างระดับกันสามารถเริ่มทำและแก้ปัญหาได้ด้วยความสามารถของตนเอง โดยการตั้งสมมติฐาน การลงมือแก้ปัญหา การพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา

การใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง

เตจิม่า (Tejima, 1997) กล่าวถึง วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) ซึ่งเป็นปัญหาชนิดที่มีคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย การพิจารณาคำตอบของปัญหาปลายเปิดไม่ใช่ตัดสินเฉพาะความถูกต้องของคำตอบ หรือตัดสินโดยคนส่วนมากกว่าถูกหรือผิด แต่จะมีการพิจารณาถึงเหตุผลว่ามีความสมเหตุสมผลมากน้อยเพียงใด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการใช้ปัญหาปลายเปิดจึงเป็นกิจกรรมหนึ่งที่สามารถตอบสนองต่อความคิดที่หลากหลายของนักเรียนได้ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการใช้ปัญหาปลายเปิดสามารถจัดกิจกรรมที่เป็นการบูรณาการเนื้อหาหลาย ๆ เรื่องเข้าไว้ในกิจกรรมเดียวกันได้ ซึ่งเป็นการจัดสรรเนื้อหาโดยการเน้นกิจกรรมให้สอดคล้องกับเวลาที่มีอยู่ นอกจากนี้สื่อการสอนที่ใช้จะเป็นลักษณะของการดึงเอากระบวนการคิดของนักเรียนออกมา ทำให้สามารถศึกษากระบวนการคิดของนักเรียนแต่ละคน และส่งเสริมให้มีการพัฒนาด้านการให้เหตุผลของนักเรียนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

เพโคเนน (Pehkonen, 1997) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้วิธีการแบบเปิดว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมการอภิปรายแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) ได้ให้ความหมายของการสอนโดยวิธีการแบบเปิดไว้ว่า เป็นวิธีการสอนที่เน้นการพัฒนาศักยภาพการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้กิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิด เพื่อให้มีกระบวนการหาคำตอบที่หลากหลายด้วยความสมเหตุสมผล

นฤมล อินทร์ประสิทธิ์ (2551) ได้กล่าวถึง ความหมายและที่มาของวิธีการแบบเปิดในบริบทของไทยว่า วิธีการแบบเปิดหรือที่เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า “Open Approach” เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นครั้งแรกในห้องเรียนคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น และปัจจุบันกำลังได้รับความสนใจจากหลายประเทศทั่วโลก โดยในประเทศไทยมีการนำมาใช้ครั้งแรกโดย รองศาสตราจารย์ ดร.ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งได้นำมาใช้เมื่อเดือนมิถุนายน พุทธศักราช 2545 ที่โรงเรียนเทศบาลสวนสนุกและโรงเรียนโคกสีพิทยาสรรพ์ และปัจจุบันสิ่งที่เป็นปัญหาสำหรับครูมากที่สุดประการหนึ่งก็คือ การที่ครูไม่สามารถจัดการเรียนรู้ตามที่ระบุไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 ได้ กล่าวคือ จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาสาระ (Subject Matters) ทักษะและกระบวนการเรียนรู้ (Skills and Learning Process) และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (Desirable Character) ได้ในเวลาเดียวกัน โดยเฉพาะสิ่งที่ยากที่สุดก็คือ ทักษะกระบวนการ แต่จากการที่ครูบางคนได้นำวิธีการแบบเปิดไปใช้ในการ

จัดการเรียนรู้แล้ว ปรากฏว่านักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ครูคาดไว้ ทั้งความรู้ ทักษะ กระบวนการ และเจตคติได้ในการจัดการเรียนรู้ของครูเพียงครั้งเดียว ซึ่งการนำวิธีการแบบเปิดไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้จึงเป็นแนวคิดที่สำคัญและเหมาะสมกับประเทศไทยในปัจจุบัน

ลัดดา ศิลาน้อย (2551) ได้ให้ความหมายของวิธีการแบบเปิดว่า เป็นการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ให้มีลักษณะที่เป็นปัญหาแบบเปิดกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ซึ่งจะเน้นในเรื่องการเปิดความคิดของผู้เรียนให้ผู้เรียนได้คิดกว้าง คิดหลากหลาย และคิดสร้างสรรค์มากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ตามบริบทของเนื้อหา

ทิพวรรณ พวกดี (2557) ได้ให้ความหมายของวิธีการแบบเปิดว่า นวัตกรรมการสอนโดยวิธีการแบบเปิดนั้นเริ่มต้นจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ ซึ่งได้พัฒนาโครงการวิจัยในรูปแบบของการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยวิธีการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการเรียนแบบเปิด (Open Approach) มาเป็นเวลา 8 ปีแล้ว โดยมีเป้าหมายที่มุ่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชั้นเรียนด้วยวิธีการแบบเปิดซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ประเทศญี่ปุ่นใช้มากกว่า 50 ปี เน้นการสอนให้นักเรียนได้มีประสบการณ์หลากหลายกับปัญหาปลายเปิดที่มีลักษณะหลาย ๆ คำตอบ อันเกิดจากกระบวนการแก้ปัญหาหลากหลายวิธีที่นักเรียนคิดออกมา ไม่ใช่ครูเป็นผู้บอกคำตอบ เหมือนการเรียนการสอนในปัจจุบันที่มุ่งแต่ผลลัพธ์ในการสอบแข่งขัน ขาดการจัดกระบวนการทางความคิดที่จะให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างเป็นระบบ มีเหตุผล ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่นจึงมีโครงการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยวิธีการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการคิดแบบเปิดเข้ามาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

วิจารณ์ พานิช (2557) กล่าวว่า Open Approach เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีวิถีและวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างหลากหลาย เป็นการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองอย่างทั่วถึงเต็มศักยภาพของแต่ละคน ผู้เรียนได้ยกระดับความรู้และระดับการเรียนรู้ร่วมกันผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ในระดับสูง สมรรถนะฝังลึกที่จะเรียนรู้แก้ปัญหาและยอมรับเงื่อนไขที่ตนยังไม่เคยรู้จักได้ด้วยตนเองและโดยกระบวนการกลุ่มจนเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในตนเอง (Transformative Learning) ร่วมกัน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดอุปนิสัยและความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิต

จากการศึกษาวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์หลากหลายกับปัญหาปลายเปิดที่มีลักษณะหลาย ๆ คำตอบอันเกิดจากกระบวนการแก้ปัญหาหลากหลายที่ผู้เรียนแสดงแนวคิดออกมา ไม่ใช่ครูเป็นผู้บอกคำตอบเหมือนการเรียนการสอนในปัจจุบันที่มุ่งแต่ผลลัพธ์ ความถูกต้องของคำตอบ ซึ่งขาดการจัดกระบวนการทางความคิดอย่างเป็นระบบ มีเหตุผลที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีในการเรียนคณิตศาสตร์

2.2.2 ขั้นตอนจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

โนตะ (Nohda, 1997) ได้กล่าวถึง การสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดประกอบด้วย สถานการณ์ปัญหา 3 สถานการณ์ดังนี้

- 1) กำหนดสถานการณ์ปัญหาและนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้กับผู้เรียน
- 2) แทนที่จะให้นักเรียนพิสูจน์ “ถ้า P แล้ว Q” เปลี่ยนเป็น “ถ้า P แล้วความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนค้นพบมีอะไรบ้าง”
- 3) ในการสอนทฤษฎีบทควรเริ่มด้วยตัวอย่างที่สอดคล้องกับทฤษฎีบทหลาย ๆ ตัวอย่างเช่น การแสดงรูปเรขาคณิตที่สอดคล้องกับทฤษฎีบทหลาย ๆ รูป แล้วให้นักเรียนสร้างข้อความคาดการณ์จากรูปเอง ซึ่งนำไปสู่ข้อความตามทฤษฎีบท
- 4) แสดงให้เห็นถึงลำดับ ขั้นตอน เพื่อทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์
- 5) แสดงให้นักเรียนเห็นตัวอย่างของข้อเท็จจริงที่ชี้ให้เห็นถึงแนวคิดกว้าง ๆ ครูยกตัวอย่างข้อเท็จจริงด้านหนึ่งแล้วให้นักเรียนอธิบายข้อปลีกย่อยอื่น ๆ โดยมีลักษณะเช่นเดียวกับตัวอย่าง
- 6) แสดงตัวอย่างของแบบฝึกหัดหรือปัญหาที่คล้ายคลึงกันหลาย ๆ ตัวอย่าง ให้นักเรียนหาคำตอบพร้อมกับหาสมบัติร่วมกัน
- 7) แสดงสถานการณ์กึ่งคณิตศาสตร์
- 8) แสดงโครงสร้างทางพีชคณิตที่ชัดเจนแล้วให้นักเรียนค้นหากฎทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

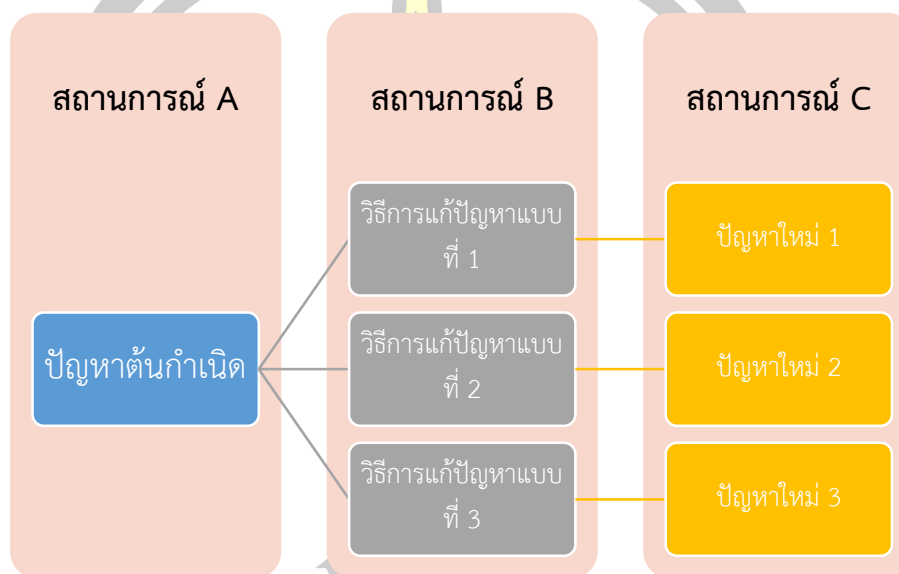
โนตะ (Nohda, 2000b อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547) ได้กล่าวว่า วิธีการแบบเปิด มีแนวคิดสำคัญอยู่ 3 ประการ คือ การเปิดใจของนักเรียน การเปิดและชนิดของปัญหาปลายเปิด และแนวทางในการพัฒนาปัญหาแบบเปิด

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด มักเริ่มด้วยการใช้ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem) ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา 3 สถานการณ์ที่ครูให้นักเรียน คือ สถานการณ์ A คือ สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้นักเรียน ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาหรือปัญหาคำถามหนึ่งมานำเสนอกับนักเรียน ส่วนนักเรียนพยายามสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาหรือปัญหาคำถามนั้นที่ตอบสนองต่อประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง

สถานการณ์ B คือ ซึ่งเป็นช่วงของการสืบเสาะเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย นักเรียนถูกคาดหวังที่จะค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ของตนเอง ส่วนครูพยายามชี้แนะให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง

แนวทางคำตอบที่หลากหลายที่ได้มาเพื่อเชื่อมโยงแนวทางคำตอบนำไปสู่องค์ความรู้ในระดับสูงขึ้นใน
ระยะต่อมา

สถานการณ์ C คือ ซึ่งเป็นการสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่กว้างกว่าเดิม
นักเรียนต้องพยายามสร้างปัญหาที่มีความเป็นกรณีทั่วไป (Generalization) มากขึ้นโดยอาศัย
พื้นฐานจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์ B ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงสถานการณ์การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open-Approach Method)

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (Inprasitha, 2010) ได้กล่าวถึง วิธีการแบบเปิดตามการ
สอนแบบเปิดที่ได้ปรับให้ใช้ควบคู่กับการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) ว่าวิธีการแบบเปิดอยู่ใน
ขั้นตอนที่ 2 (การร่วมกันสังเกตชั้นเรียน) ของการศึกษาชั้นเรียน โดยวิธีการแบบเปิดแบ่งเป็น 4
ขั้น คือ 1) ขั้นตอนการนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing Open-ended Problem) 2)
ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน (Student 'self learning) 3) ช่วงอภิปรายบทเรียน
(Whole Class Discussion and Comparison) และ 4) ขั้นตอนการสรุปบทเรียนโดยการ
เชื่อมโยง (Summarization Through Connecting Students 'Mathematical Ideas
Emerged in the Classroom) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ขั้นตอนการนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing Open-ended Problem)
เมื่อครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยในปัญหาดังกล่าว เช่น กฎ
สูตรต่าง ๆ ดังนั้นคำถามหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสนในตอนแรก ซึ่ง
ปัญหาที่ใช้เป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคย ทั้งกฎ สูตร วิธีการและอื่น ๆ ของการตอบปัญหาในเชิง
คณิตศาสตร์ และยิ่งไปกว่านั้นก็ไม่สามารถเข้าใจสิ่งที่ผู้เรียนจะกระทำ ซึ่งการที่จะช่วยเหลือให้

ผู้เรียนเข้าใจความหมายของปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพคือ 1) ให้กำลังใจผู้เรียนโดยมุ่งไปที่ประเด็นปัญหาที่คล้ายกันด้วยการฉายโพรเจกเตอร์ให้ดู 2) เปลี่ยนข้อมูลให้เป็นแบบทั่วไป ตัวอย่างเช่น การแนะนำการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรือการแสดงข้อมูลที่เป็นรูปธรรมที่มากกว่าการให้ปัญหาที่เป็นคำพูด 3) ให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดความคิดของผู้เรียน และ 4) ทหารูปแบบที่ดีที่สุดในการใช้เนื้อหาที่เป็นรูปธรรม

2) ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน (Student 'self learning) เพราะปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่มีความสำคัญในการคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งครูไม่ควรไปกำหนดปัญหาให้กับผู้เรียนทั้งหมดหรือขีดขวางแนวคิดของผู้เรียน สิ่งที่ครูควรทำคือการปรับความคิดเห็นของผู้เรียนให้เข้ากัน การสอนในรูปแบบนี้ก็คล้ายกับการสอนแบบทั่ว ๆ ไป โดยได้รวบรวมเอาองค์ประกอบทั้ง 2 อย่างคือ ผลงานหรือชิ้นงานของนักเรียนแต่ละคน และการอภิปรายบทเรียนทั้งชั้นเรียน แต่ถึงอย่างไรก็ตามเราไม่สามารถค้นหาการแก้ปัญหาของผู้เรียนแต่ละคนได้ เราจึงหามุมมองใหม่ที่ไม่เกิดขึ้นกับผู้เรียน แต่จะปรากฏในช่วงดำเนินการเรียนของการเรียนรู้แต่ละคนเพื่อนำมาอภิปรายบทเรียน ซึ่งความคิดของผู้เรียนในรายบุคคลมีความสำคัญมากในการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม

3) ช่วงอภิปรายบทเรียน ในช่วงนี้มีความสำคัญมากในการจัดบันทึกคำตอบวิธีการหรือการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนแต่ละคนได้ทำในกลุ่ม ดังนั้นการใช้สมุดบันทึกหรือใบงานทำการจัดบันทึกวิธีการคิดหรือการให้ข้อมูลข่าวสารของผู้เรียน โดยทำการบันทึกแบบย่อ ๆ ในใบงานหลังจากจบบทเรียน ซึ่งครูสามารถประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคลก็ได้ เพราะกิจกรรมของผู้เรียนในช่วงนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาบทเรียน ครูก็พยายามแนะนำผู้เรียนคนที่ยังไม่เข้าใจปัญหา และให้ตัวอย่างหรือเสนอแนะเพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้คิดเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว ซึ่งเรื่องนี้อาจเกิดขึ้นในขณะที่ครูเดินรอบ ๆ เพื่อตรวจดูการทำงานของผู้เรียน

4) ขั้นตอนการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยง ในช่วงนี้ครูหรือผู้เรียนก็จะเขียนงานของตนเองหรืองานของกลุ่มใส่กระดานเพื่อแสดงให้คนอื่นเห็น ซึ่งครูก็จะรวบรวมความคิดที่คล้ายกันของผู้เรียนที่ได้การนำเสนอหรือบันทึกความคิดเห็นอื่น ๆ ของผู้เรียน ผู้เรียนก็จะยืนยันความคิดของตนเองโดยมองว่างานของตนเองมีส่วนที่คล้ายกับงานของคนอื่นหรือไม่อย่างไร เมื่อผู้เรียนนำเสนอคล้ายกันก็ทำการสรุปแบบย่อ ๆ โดยที่ครูให้ความสนใจไปที่ประเด็นใดหนึ่งแล้วก็สรุป ครูจะรวบรวมความคิดที่ผู้เรียนนำเสนอมาและรวมกับสิ่งที่ครูได้เตรียมการมาล่วงหน้านำมาสรุปรวมกันให้มีความลงตัวพอดี และมีการเชื่อมโยงไปในบทเรียนถัดไป

ยุพาพัทธ์ สะเดา (2555) กล่าวว่าโดยการสอนแบบวิธีการเรียนแบบเปิด (Open Approach) นั้น มีขั้นตอนดังนี้

1. ชื่อนำเสนอปัญหาต่อชั้นเรียน โดยเน้นวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ซึ่งมีลักษณะของการเปิด 3 ลักษณะคือ กระบวนการเปิด (แนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องนั้นมีหลายแนวทาง) ผลลัพธ์เปิด (คำตอบถูกต้องหลายคำตอบ) แนวทางการพัฒนาเปิด (สามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ได้) เมื่อได้สถานการณ์ปัญหาแล้วครูใช้ใบกิจกรรมให้นักเรียนทำในห้องเรียนโดยทำเป็นกลุ่ม ๆ 3 – 5 คน

2. ชื่อนลงมือทำกิจกรรมและเรียนรู้ด้วยตนเอง (การนำเสนอแผนการสอนไปใช้) (Research) เมื่อได้ใบกิจกรรมนักเรียนในกลุ่มก็จะช่วยกันคิดหาวิธีของแต่ละคนเสร็จแล้วก็จะคุยกันในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปและเหตุผลที่ได้คำตอบมาอย่างนี้เพราะอะไรมีวิธีการอย่างไร เสร็จแล้วก็จะนำเสนอหน้าชั้นให้เพื่อนรับทราบถึงแนวความคิดของกลุ่ม

3. ชื่อนอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน (สะท้อนผลการอภิปรายเกี่ยวกับการสอน Lesson Discussion) เมื่อนักเรียนได้คำตอบพร้อมกับเหตุผลแนวคิดและวิธีหาคำตอบก็จะนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อให้เพื่อนได้รับทราบถึงวิธีการคิดของนักเรียน หลังจากนั้นครูร่วมอภิปรายเพื่อพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป

4. ชื่อนสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (การสรุปผลการเรียนรู้) (Consolidation of Learning) ชื่อนสุดท้ายของกิจกรรมที่ครูและนักเรียนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปของบทเรียนที่มีความเหมือนและแตกต่างในการหาคำตอบของแต่ละกลุ่ม เพื่อที่จะสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน

จากการศึกษาขั้นตอนจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดไว้ 4 ขั้นตอน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ขั้นตอนจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นตอนการนำเสนอปัญหาปลายเปิด เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด จากนั้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยครูใช้คำถามนำ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหา

2) ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละคนวางแผนแก้ปัญหาอย่างอิสระ นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่หรือศึกษาแนวคิดเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งบันทึกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้น โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาหรือคำตอบของปัญหาที่หลากหลาย

3) ขั้นตอนการอภิปรายบทเรียน เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน จากนั้นให้สมาชิกภายในกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิด วิธีการแก้ปัญหา เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีที่เหมาะสม ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 วิธี แล้วลงมือแก้ปัญหาร่วมกัน พร้อมทั้งบันทึกวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมพร้อมกับให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน

4) ชั้นเชื่อมโยงและสรุปแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เป็นขั้นตอนที่ครูและ ผู้เรียนร่วมกันรวบรวมความคิดที่คล้ายกันที่ได้การนำเสนอหน้าชั้นเรียน แล้วสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จาก การทำกิจกรรมนั้น จากนั้นครูรวบรวมแนวคิดที่ผู้เรียนนำเสนอและสิ่งที่ครูได้เตรียมการมาล่วงหน้า สรุปรวมกันให้มีความลงตัวพอดี และมีการเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปในบทเรียนถัดไป

2.2.3 แนวทางในการสร้างปัญหาปลายเปิด

โนดะ (Nohda, 1983) ได้กล่าวถึง การเปิดและชนิดของปัญหา (Openness and Types of Problems) ในวิธีการแบบปลายเปิด (Open-ended Approach) จะเน้นที่ว่า ปัญหาไม่ได้สิ้นสุดที่คำตอบ ๆ เดียว แต่ในวิธีการแบบเปิด (Open-approach Method) คือ วิธีการแบบเปิดยอมรับทั้งกรณีที่เป็นแบบปลายเปิดคือมีคำตอบได้หลากหลายแล้วยังยอมรับ เรื่องการที่ปัญหาหนึ่ง ๆ มีปัญหาอีกหลายปัญหารวมอยู่ในปัญหานั้นด้วย และการที่ได้มาซึ่งแนวทาง คำตอบด้วยตัวเองอย่างหลากหลายทำให้นักเรียนต้องสรุปคำตอบต่าง ๆ จากมุมมองเกี่ยวกับแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ปัญหาที่ใช้ในวิธีการแบบเปิดเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยประสบมาก่อน (Non-routine problems) ซึ่งสามารถจำแนกปัญหาปลายเปิดออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

- 1) กระบวนการเปิด (Process is open) ปัญหาชนิดนี้มีแนวทางในการ แก้ปัญหาซึ่งเป็นปัญหาด้นกำเนิดที่กำหนดให้ได้อย่างหลากหลาย
- 2) ผลลัพธ์เปิด (End product are open) ปัญหาปลายเปิดชนิดนี้มีคำตอบที่ ถูกต้องหลากหลาย โดยชิมะตะและเพื่อนร่วมงานของเขาได้พัฒนารูปแบบของปัญหานี้ขึ้น
- 3) แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด (Ways to develop are open) หลังจากที่ นักเรียนได้แก้ปัญหาไปแล้ว นักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข หรือองค์ประกอบของปัญหาเดิม การเน้นแง่มุมนี้ซึ่งเรียกว่า “จากปัญหาสู่ ปัญหา” (Takeuchi & Sawada, 1984) ถือได้ว่าเป็นแนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด

เบคเกอร์ และชิมาดา (Becker & Shimada, 1997) ได้กล่าวถึงแนวทางในการ สร้างปัญหาปลายเปิดไว้ ดังนี้

1. ครูต้องจัดเตรียมสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรเชิงปริมาณ และสามารถสังเกตหรือหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรเชิงปริมาณนั้นได้
2. ครูต้องเปลี่ยนคำถามจากการถามหรือการพิสูจน์โดยตรงให้เป็นคำถามที่นักเรียน สามารถสังเกตเพื่อหาความสัมพันธ์นั้นได้ เช่น จากรูปที่กำหนดให้ นักเรียนสามารถหา ความสัมพันธ์หรือค้นพบอะไรจากการสังเกตรูปนั้นบ้าง เป็นต้น
3. การเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี ครูควรเสนอตัวอย่างที่หลากหลายแต่มี ความสัมพันธ์เหมือนกันเพื่อให้นักเรียนได้สังเกตและตั้งคำถาม ซึ่งจะนำไปสู่การคาดเดาหลักการหรือ ทฤษฎีนั้น ๆ จากตัวอย่างที่ครูนำเสนอ

4. แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบ ลำดับ หรือตาราง แล้วตั้งคำถามให้นักเรียนได้สังเกตเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น แล้วค้นหาความสัมพันธ์หรือกฎทางคณิตศาสตร์
 5. แสดงตัวอย่างที่หลากหลายและสามารถจัดกลุ่มของตัวอย่างนั้น ๆ ได้ แล้วชี้ให้นักเรียนสังเกตถึงกลุ่มตัวอย่างนั้น เพื่อนำไปสู่ลักษณะเฉพาะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างนั้น ๆ
 6. แสดงกลุ่มสถานการณ์ปัญหาหรือตัวอย่างทั่ว ๆ ไป แล้วถามนักเรียนถึงกระบวนการแก้ปัญหา เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ สามารถนำสมบัติหรือวิธีที่เป็นไปได้มาใช้แก้ปัญหาได้อย่างไร
 7. แสดงตัวอย่าง สถานการณ์เชิงกึ่งคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและมีบางสิ่งที่แตกต่างกันแล้วถามนักเรียนถึงความแตกต่างนั้นจากการสังเกต เพื่อให้นักเรียนใช้คณิตศาสตร์ในการอธิบาย
 8. แสดงให้นักเรียนเห็นถึงโครงสร้างทางพีชคณิตและจำนวนอย่างง่ายเพื่อให้นักเรียนค้นหาทฤษฎีที่เป็นจริงและสอดคล้องกับข้อมูลนั้น
- ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาที่เป็นแบบฝึกหัด ซึ่งนักเรียนทำอยู่เป็นประจำที่เป็นปัญหาปลายปิดที่มีคำตอบหรือวิธีการหาคำตอบอย่างเฉพาะเจาะจงสามารถพัฒนาปรับปรุงให้เป็นงานที่มีกระบวนการและท้าทายยิ่งขึ้นกว่าเดิม โดยปรับเปลี่ยนขยายให้เป็นปัญหาปลายเปิด โดยมีวิธีการ เช่น ตัดเงื่อนไขบางประการออกไป การย้ายคำถาม การเพิ่มข้อมูลที่ไม่จำเป็นเข้าไปในปัญหา
- สุนีย์ เงินยวง (2546) ได้กล่าวถึงแนวทางการเปลี่ยนคำถามหรือการสร้างคำถามปลายเปิด ดังนี้
1. คำถามปลายเปิดควรเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เพื่อแสดงให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การตัดสินใจในการเลือกซื้อสินค้าจากร้าน 2 ร้าน โดยมีเงื่อนไขของราคาสินค้า
 2. คำถามที่ใช้ควรสร้างให้หลากหลายทั้งวิธีการคิดและคำตอบ
 3. คำถามนั้นควรเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารและถ่ายทอดความคิดหรือวิธีการออกมาให้ครูได้ทราบเพื่อวิเคราะห์ถึงข้อบกพร่องแล้วนำไปพัฒนานักเรียนต่อไปตามความสามารถของนักเรียนอย่างเต็มที่และเหมาะสม
 4. การสร้างคำถามปลายเปิดนั้นจะต้องมีความชัดเจนในเรื่องของภาษาที่ใช้
 5. คำถามปลายเปิดควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ อย่างอิสระและเต็มความสามารถตามกาลเวลาที่เหมาะสม

จากการศึกษาแนวทางการสร้างปัญหาปลายเปิดข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แนวทางในการสร้างปัญหาปลายเปิดนั้น ครูจะต้องโดยจัดเตรียมสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับ

เนื้อหา ปรับเปลี่ยนหรือขยายปัญหาให้มีความน่าสนใจและมีกระบวนการหรือคำตอบที่หลากหลาย ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างปัญหาที่มีหลากหลายแนวคิดหรือการสร้างปัญหาที่มีหลากหลายคำตอบและสร้างปัญหาที่เกี่ยวข้องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา โดยสร้างปัญหาปลายเปิดที่มี 3 ลักษณะ คือ กระบวนการเปิด ผลลัพธ์เปิดและการพัฒนาปัญหาเปิด เพื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.2.4 บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

นักการศึกษาได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ดังนี้

วิจารณ์ พานิช (2557) กล่าวว่า บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแบบเปิด มีดังนี้

1. เปิดประตูนักเรียนสู่การเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยตัวนักเรียนเอง
2. ส่งเสริมดูแลเอาใจใส่ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาและ/ หรือสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขของโจทย์อย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง โดยการหล่อเลี้ยงแรงขับเคลื่อนตั้งคำถามเพิ่มลดหรือปรับประสบการณ์ สนับสนุนอำนวยความสะดวกและเตรียมพร้อม แนะนำ ช่วยเพิ่มลดหรือปรับทรัพยากร ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ความสามารถที่สะสมอยู่ออกมาใช้ให้มากที่สุดจนเกิดการสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ขึ้น (Constructionism) จากการลองผิดลองถูกเปลี่ยนมุมมองและหาทางให้ถึงที่สุดด้วยตนเอง(Heuristics) และพร้อม ๆ กันนั้น ครูยังช่วยจัดวางวิธีบันทึกความคิด ความรู้สึก ความเข้าใจ บันทึกวิธีการ บันทึกผลลัพธ์ที่สัมพันธ์กับวิธีการช่วยตั้งคำถามช่วยตั้งประเด็นให้นักเรียนสังเกตเห็นและประเมินวิธีสร้างความเข้าใจและวิธีทำของตนเองในการแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์นั้น ๆ (Metacognition)
3. ประเมินนักเรียนในขณะที่เรียนรู้ โดยการมีสติตั้งใจฟังสังเกตและรู้สึกอย่างละเอียดอ่อนฉับไวและแม่นยำ เพื่อหยั่งให้ถึงภาวการณ์นำความรู้ความสามารถออกมาใช้ ภาวการณ์สร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่แรงบันดาลใจวิธีการเรียนรู้วิธีการเรียนรู้อาการเข้าใจขอบเขตและคุณภาพของความเข้าใจหลังความสามารถและข้อจำกัดของนักเรียนแต่ละคนในขณะที่กำลังเรียนรู้ผ่านการแก้โจทย์ หรือการสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขของโจทย์ เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาอย่างฉับพลันทันทีไม่ใช่การประเมินเพื่อตัดสิน
4. ตอบสนองต่อผลการประเมินนั้นอย่างเหมาะสมและทันเวลา โดยการตั้งคำถามจับประเด็นให้คำแนะนำ ให้ตัวอย่างอำนวยความสะดวกช่วยเหลือ ฯลฯ ที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคนอย่างสงบ มีสติในจังหวะที่เหมาะสมทันท่วงทีเพื่อช่วยให้นักเรียนหลุดจากภาวะติดขัดหรือการเข้าใจ

ผิดหรือช่วยให้นักเรียนเข้าสู่การเรียนรู้ที่กว้างขวาง ลึกซึ้งมากขึ้นและดำเนินการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ต่อไปได้อย่างราบรื่น

5. ขับเคลื่อนและปรับพฤติกรรมนักเรียนด้วยวิธีการเชิงบวก เมื่อมีนักเรียนบางคนที่ไม่อยู่ในภาวะพร้อมเรียนหรือติดขัดอย่างมากหรือมีพฤติกรรมที่ไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ หรือรบกวนการเรียนรู้ของเพื่อน ครูจะขับเคลื่อนและปรับพฤติกรรมนักเรียนนั้นด้วยวิธีการเชิงบวก ทั้งนี้เพื่อรักษาแรงจูงใจด้านบวกของนักเรียนคนนั้นและรักษา บรรยากาศเชิงบวกของชั้นเรียนเอาไว้ให้ต่อเนื่อง

นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์ และคณะ (2552) กล่าวว่า ครูเป็นผู้อำนวยการความสะดวกให้กับนักเรียน ครูจัดเตรียมสื่อและสภาพแวดล้อมให้น่าเรียน ใช้คำถามและคำพูดเพื่อกระตุ้นความคิด นักเรียนมีอิสระทางความคิด กระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหาได้หลากหลายและแตกต่างกัน ครูใช้การสังเกต การตรวจชิ้นงาน การนำเสนอผลงานหน้าชั้นครูบันทึกสิ่งที่เกิดในชั้นเรียน ครูมีบทบาทร่วมสรุปและให้แนวความรู้เสริมบ้างในช่วงทำกิจกรรม แต่จะเป็นนักเรียนลงมือเอง คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ศิริศุภร์ ศิริโชคชัยตระกูล และคณะ (2554) กล่าวว่า ครูมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการอำนวยความสะดวกโดยการเตรียมกิจกรรม เตรียมสื่อเพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ การเรียนรู้ที่ดีและคงทนย่อมเกิดจากนักเรียนเอง ดังนั้นครูจะไม่แนะแนวทางในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบให้กับนักเรียน แต่จะกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดประเด็นที่สงสัย อยากรู้ นำไปสู่กระบวนการคิดที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่คำตอบนั้น

จากการศึกษาบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดข้างต้นนั้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีดังนี้

- 1) อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในการทำกิจกรรม
- 2) ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการแก้ปัญหา
- 3) สังเกตพฤติกรรมนักเรียนและปรับพฤติกรรมนักเรียนในเชิงบวก เมื่อนักเรียนไม่พร้อมเรียนรู้
- 4) ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาโดยตรงให้กับผู้เรียน
- 5) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

2.2.5 การประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียน (Evaluation of Students' Responses)

โนดะ (Nohda, 1998) ได้กล่าวถึง การประเมินกิจกรรมของนักเรียนในการสอนที่ใช้วิธีการแบบเปิดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่จะกล่าวถึงเพราะว่าเป้าหมายของวิธีการแบบเปิดไม่ใช่เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแต่เพียงอย่างเดียว แต่เพื่อการส่งเสริมแนวทางในการคิดทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ในความเป็นจริงก็ไม่ใช่ว่าเรื่องง่ายสำหรับครูที่จะประเมินความ

หลากหลายของแนวทางคำตอบของนักเรียน การประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียนสามารถพิจารณาได้จากเกณฑ์ข้างล่างดังต่อไปนี้

- 1) Fluency จำนวนของคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนสร้างขึ้นมีมากน้อยเพียงใด
- 2) Flexibility ความแตกต่างของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแต่ละคนค้นพบมีมากน้อยเพียงใด
- 3) Originality ระดับของความเป็นต้นแบบหรือแนวคิดริเริ่มของนักเรียนอยู่ในระดับไหน
- 4) Elegance ระดับของการนำเสนอแนวคิดของนักเรียนมีความชัดเจนและง่ายเพียงใด

เกณฑ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีการประเมินทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสองเกณฑ์แรก ครูสามารถประเมินจากการนับจำนวนของแนวทางคำตอบของนักเรียนได้ Nohda ได้นำเสนอโมเดลในรูปของเมทริกซ์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อที่จะใช้ในการประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ในเรื่อง “ความหลากหลาย” และ “ความเป็นกรณีทั่วไป” ในเมทริกซ์หนึ่งๆ แต่ละสมาชิกของเมทริกซ์ (A_{ij}) แสดงถึงจำนวนของแนวทางคำตอบของนักเรียน “ความหลากหลาย” แสดงโดย (A_{ij}) เมื่อ j เป็น ค่าคงที่ “ความเป็นกรณีทั่วไป” แสดงโดย (A_{ij}) เมื่อ i เป็นค่าคงที่ ระดับความแตกต่างของความเป็นกรณีทั่วไปจะ สอดคล้องกับความแตกต่างของสมาชิก (A_{ij}) ดังตัวอย่างแนวทางคำตอบของนักเรียนที่มีต่อก่อนหน้าได้รับการประเมินดังต่อไปนี้

ความหลากหลาย A_{1j} : แนวคิดในเรื่องของความยาว

A_{2j} : แนวคิดเรื่องพื้นที่

A_{3j} : แนวคิดเรื่องของความแปรปรวน

ความเป็นกรณีทั่วไป A_{i1} : ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม

A_{i2} : ตัวอย่างที่เป็นกึ่งรูปธรรม

A_{i3} : ตัวอย่างที่เป็นนามธรรม

นักเรียน P

1	1	0
0	0	0
0	0	0

นักเรียน Q

1	2	1
0	1	1
0	0	0

ภาพประกอบ 2 แสดงแนวทางคำตอบของนักเรียนที่มีต่อก่อนหน้า

จากการศึกษาการประเมินตามโมเดลข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า นักเรียน Q มีความหลากหลายในการแก้ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหามีความเป็นกรณีทั่วไปมากกว่านักเรียน P แต่ถ้าสมมติว่าโมเดลดังกล่าวแสดงถึงการประเมินสภาพของนักเรียนคนเดียวกันในช่วงเวลาที่ต่างกัน เช่น ก่อนเรียนและหลังเรียนตามลำดับจะทำให้ทราบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อมีประสบการณ์ในชั้นเรียนที่สอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดโดยการเปรียบเทียบเมทริกซ์ทั้งสองเมทริกซ์

2.3 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอแนะแนวทางและขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) ดังนี้

แนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ของหลักสูตร

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐาน และทักษะการคิดคำนวณ การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรเริ่มด้วยการจัดกิจกรรมโดยใช้ของจริง ใช้รูปภาพและใช้สัญลักษณ์ ตามลำดับ การจัดกิจกรรมโดยใช้ของจริงเป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนเรียนรู้จากการกระทำที่เรียกว่า การจัดประสบการณ์ระดับรูปธรรม และการจัดกิจกรรมโดยใช้สัญลักษณ์ ซึ่งถือว่าเป็นประสบการณ์ระดับนามธรรม ครูควรมุ่งจัดกิจกรรมแบบนามธรรมให้เร็วที่สุด ตามความสามารถของนักเรียน และต้องมีการฝึกฝนที่หลากหลาย เช่น ทำแบบฝึกหัดจากหนังสือแบบเรียน จากบัตรงาน หรือจากแบบฝึกหัดที่ครูสร้างเอง หรือจากกิจกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น การฝึกคิดจากบัตรงาน การเล่นเกม การฝึกทักษะการคิดคำนวณ มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงดังนี้

1.1 การฝึกทักษะควรทำหลังจากนักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ แล้ว

1.2 การฝึกควรฝึกในเวลาไม่มากนัก แต่ควรบ่อย ๆ

1.3 ควรใช้กิจกรรมการฝึกหลาย ๆ แบบ

1.4 การฝึกควรเริ่มจากง่ายไปหายาก

1.5 การฝึกควรให้น่าสนใจ ทำด้วยความสามารถ

1.6 การฝึกควรให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนแต่ละคนซึ่ง

นักเรียนแต่ละคนไม่จำเป็นต้องฝึกด้วยวิธีเดียวกัน

2. รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างเป็นระเบียบ ชัดเจน และรัดกุม คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้างเป็นระบบและมีความเป็นเหตุเป็นผลในตัวเอง ด้วยเหตุนี้คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่จะช่วยให้ฝึกคิดอย่างมีเหตุผลได้เป็นอย่างดี ครูผู้สอนจึงไม่ควรละเลยคุณค่า

ของคณิตศาสตร์ในหัวข้อนี้ และควรสอดแทรกในการสอนทุกครั้งเท่าที่โอกาสจะอำนวยให้ โดยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้คำถามประเภท ทำไม เพราะเหตุใด จงยกตัวอย่าง จริงหรือไม่ว่า เป็นต้น การฝึกให้นักเรียนคิดและให้เหตุผลบ่อย ๆ ย่อมจะช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ครูต้องใช้เวลาในการคิดกับนักเรียนพอสมควร ไม่รีบร้อนตอบคำถามเสียเอง ถ้าเห็นว่านักเรียนยังมองไม่เห็นวิธีการหาคำตอบ อาจให้คำแนะนำเพิ่มเติม ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา และสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือ การแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีระเบียบ ชัดเจน รัดกุมในการทำแบบฝึกหัดจะมีส่วนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมา ครูควรดูแลการใช้ภาษาที่ชัดเจนและรัดกุม

3. รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรประถมศึกษาเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเป็นส่วนมาก ครูควรนำโจทย์จากชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนคิด ซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนรู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ ในการปลูกฝังเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญและจำเป็นเช่นเดียวกับการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดังนี้

1. ขั้นทบทวนเนื้อหาเดิม เป็นขั้นตอนเตรียมความพร้อมของนักเรียนเพื่อเชื่อมความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีมาก่อนแล้วกับความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกันอันจะทำให้เกิดความเข้าใจและมีความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ๆ อย่างแจ่มแจ้ง

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ ขั้นนี้จะเลือกใช้วิธีสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาแต่ละบท โดยมีการจัดลำดับขั้นการเรียนรู้ดังนี้

2.1 ขั้นใช้ของจริง เป็นขั้นที่ได้ประสบการณ์ที่ใช้ของจริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้

2.2 ขั้นใช้รูปภาพ เป็นขั้นใช้รูปภาพหรือของจำลองแทนของจริงที่ใช้สอนไปแล้ว

2.3 ขั้นใช้สัญลักษณ์ เป็นขั้นต่อเนื่องจากขั้นใช้ของจริงและใช้รูปภาพแล้ว ใช้สัญลักษณ์แทนของจริงและรูปภาพ

3. ขั้นสรุปนำไปสู่วิธีลัด ก่อนถึงขั้นสรุปครูต้องตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาใหม่ที่สอนไปหรือไม่ ถ้ายังไม่เข้าใจก็อาจต้องเริ่มตั้งแต่ทบทวนความรู้เดิมเป็นต้นมา หรือจะเริ่มที่เนื้อหาใหม่ ก็แล้วแต่ความจำเป็นของแต่ละเรื่อง ถ้านักเรียนเข้าใจแล้วในกรณีที่เนื้อหาใหม่นั้นมีวิธีคิดหลายวิธี และมีวิธีลัดในการคิดอยู่ด้วยกันช่วยกันสรุปหลักเกณฑ์ในการคิดนำเข้าสู่วิธีลัด เพื่อนำไปใช้ต่อไป ในการสรุปควรให้ผู้เรียนเป็นผู้สรุปเอง โดยครูเป็นผู้ซักถามเพื่อชี้แนะ

4. **ขั้นฝึกทักษะ** เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีคิดคำนวณแล้วจึงให้นักเรียนฝึกทักษะจากบทเรียนและบัตรงานที่สัมพันธ์กับเรื่องนั้น หรือใช้เกมคณิตศาสตร์เข้ามาให้นักเรียนเล่น ซึ่งก็เป็น การฝึกทำแบบฝึกหัดชนิดหนึ่งและได้ผลดีเพราะสนุกสนานกว่า

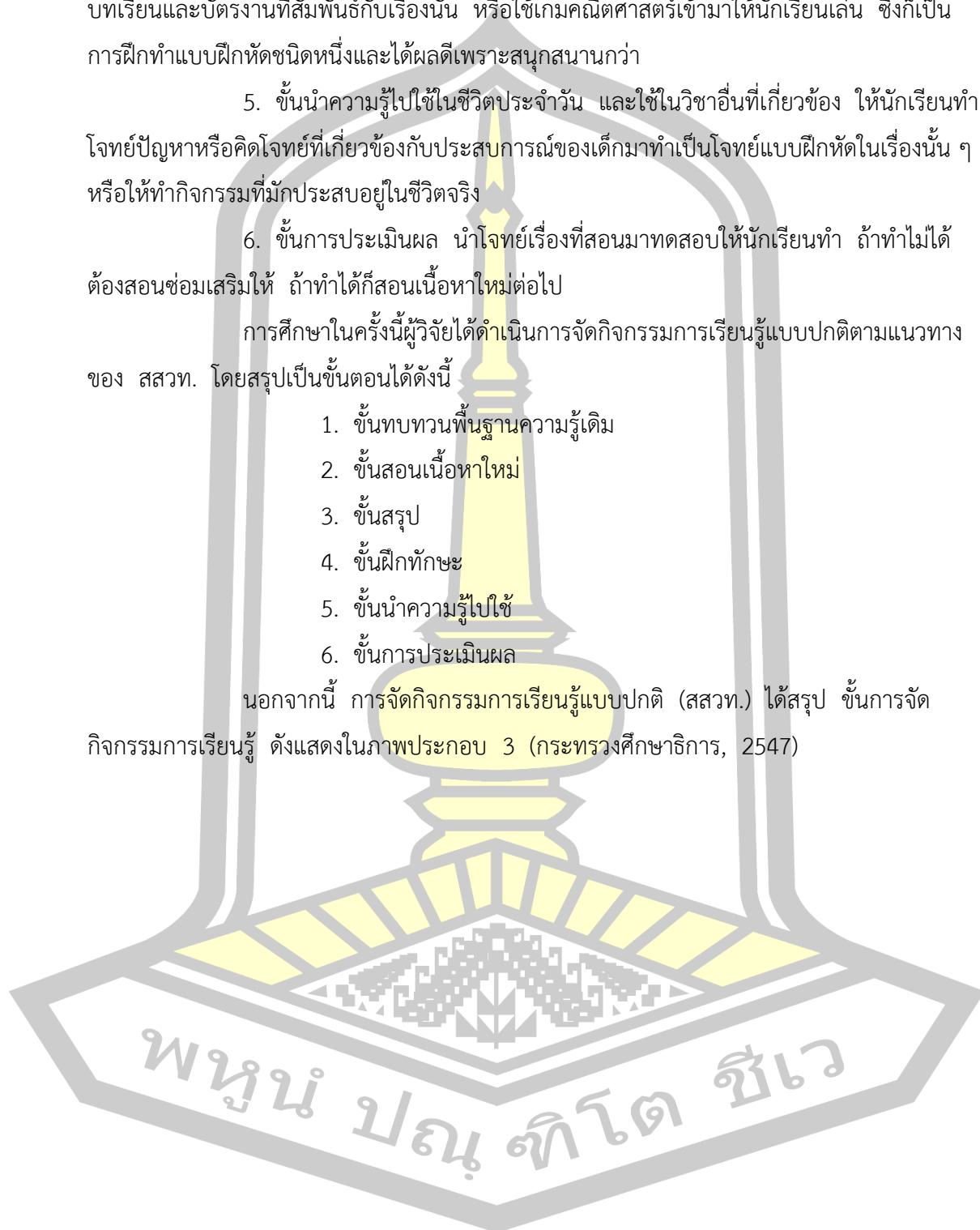
5. **ขั้นนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน** และใช้วิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ให้นักเรียนทำ โจทย์ปัญหาหรือคิดโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของเด็กมาทำเป็นโจทย์แบบฝึกหัดในเรื่องนั้น ๆ หรือให้ทำกิจกรรมที่มักประสบอยู่ในชีวิตจริง

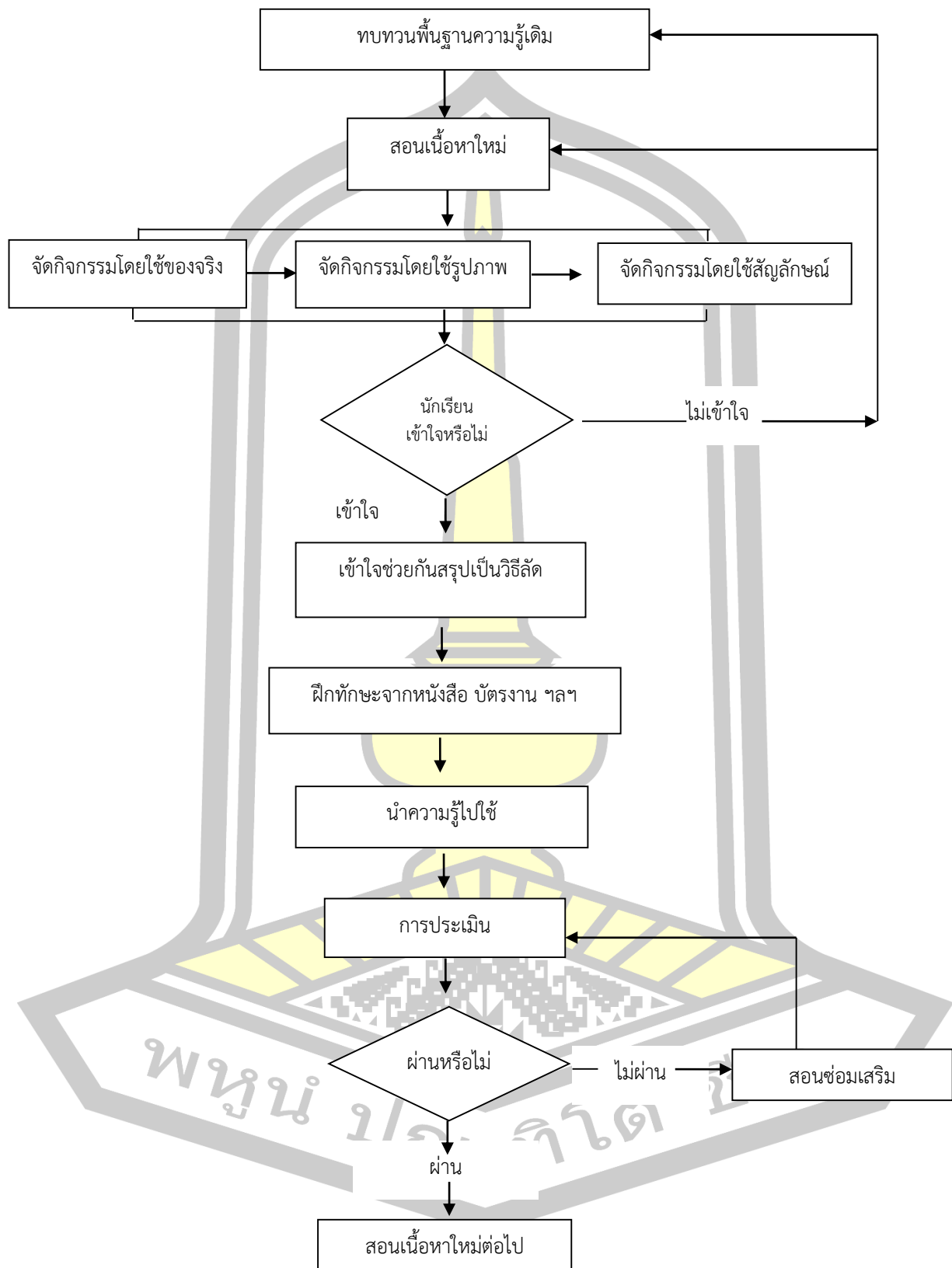
6. **ขั้นการประเมินผล** นำโจทย์เรื่องที่สอนมาทดสอบให้นักเรียนทำ ถ้าทำไม่ได้ ต้องสอนซ่อมเสริมให้ ถ้าทำได้ก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติตามแนวทาง ของ สสวท. โดยสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ขั้นทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม
2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่
3. ขั้นสรุป
4. ขั้นฝึกทักษะ
5. ขั้นนำความรู้ไปใช้
6. ขั้นการประเมินผล

นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ (สสวท.) ได้สรุป ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ ดังแสดงในภาพประกอบ 3 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2547)





ภาพประกอบ 3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามรูปแบบ สสวท.

2.4 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.4.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

Anderson; & Pingry (1973) ได้กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ไขหรือหาคำตอบด้วยวิธีที่เหมาะสม ใช้ความรู้ประสบการณ์และการตัดสินใจ

อดัมส์ เอลลิสและบีสัน (Adams, Ellis and Beeson, 1977) ได้กล่าวถึงความแตกต่างระหว่างปัญหากับการทำแบบฝึกหัดไว้ว่า ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะต้องมีการตัดสินใจแล้วลงมือทำ ส่วนการทำแบบฝึกหัดนั้นไม่จำเป็นต้องมีการตัดสินใจ บารูดี (Charles and Lester, 1982 cited from Baroody, 1993) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ หรือคำถามที่ต้องการคำตอบ ซึ่งบุคคลต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มากำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ บุคคลผู้คิดหาคำตอบไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์นั้นมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้คิดหาคำตอบ บางสถานการณ์เป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับคนอื่น ๆ ก็ได้

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533) ได้ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาเป็นสภาพของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยจำนวนและตัวเลข และข้อความที่ก่อให้เกิดปัญหา นักเรียนจะต้องตัดสินใจว่าจะใช้วิธีอะไรทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหานี้ พร้อมทั้งเสนอแนะว่าครูควรจัดโจทย์ปัญหาเหล่านี้ไว้หลายระดับความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ของเด็กแต่ละคน เพื่อไม่ให้เด็กเกิดความคับข้องใจหรือขาดแรงจูงใจในการคิดแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันทีทันใดต้องใช้ทักษะ ความรู้ และประสบการณ์หลายอย่าง ประมวลผลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้

3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นในปัจจุบัน

ปฐมพร บุญลี (2545) ได้กล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์คือสถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ การพิสูจน์และปัญหาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้ตอบไม่สามารถตอบได้ทันที ผู้ตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาเหล่านั้นให้สำเร็จลงได้

วิชัย พาณิชยสวอย (2546) ได้กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์คือปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งสามารถหาคำตอบได้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และทักษะต่างๆ ที่มีอยู่ เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์นั้นอย่างเป็นทางการ

พรพรหม อุตตวัฒน์กุล (2547) ได้กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หมายถึง โจทย์ภาษาที่บรรยายสถานการณ์ด้วยข้อความและจำนวนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยต้องการคำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข ซึ่งผู้แก้ปัญหาต้องอาศัยทักษะและความสามารถต่างๆ ที่เหมาะสมมาประกอบกันในการแก้ปัญหา

สุจินดา พัทธภิญโญ (2548) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์คือโจทย์ภาษา (Word Problem) ที่พรรณนาถึงสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยข้อความหรือตัวเลขเกี่ยวกับปัญหาทาง คณิตศาสตร์ โดยต้องการคำตอบเป็นตัวเลือกหรือการบอกปริมาณ ซึ่งผู้แก้ปัญหาต้องอาศัยทักษะและความสามารถต่างๆ ที่เหมาะสมมาใช้ประกอบกันในการแก้โจทย์ปัญหานั้น

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยศึกษาสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนต้องแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และประสบการณ์ในชีวิตประจำวันหรือทักษะที่ตนเองมีอยู่ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นทางการ และตัดสินใจแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม

2.4.2 กระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya, 1957) ได้จัดขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองที่ตัวปัญหา พิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด โดยการทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆ ช่วย เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

2. วางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด จะแก้อย่างไรปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาความสัมพันธ์ต่างๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาและเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหา

3. ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหา mongย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบ และวิธีการแก้ปัญหา พิจารณาว่ามีคำตอบ หรือมีวิธีการแก้ปัญหายังอื่นอีกหรือไม่ พิจารณาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้กะทัดรัด ชัดเจน เหมาะสมขึ้นกว่าเดิม ขั้นตอนนี้ครอบคลุมถึงการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากวิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านมา ขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาให้กว้างขึ้นกว่าเดิม

สมาคมครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989) ได้เสนอว่า การแก้ปัญหาเป็นจุดสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายแรกของการสอนคณิตศาสตร์และเป็นส่วนที่บูรณาการกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด นั้นหมายความว่า การแก้ปัญหาไม่ได้เป็นหัวข้อแยกย่อยออกมา แต่เป็นกระบวนการสอดแทรกเข้าในการเรียนการสอน และการจัดเตรียมบริบทหรือสถานการณ์ที่สนับสนุนให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้จนเกิดเป็นแนวความคิดรวบยอดและเรียนรู้ทักษะทางคณิตศาสตร์ จากแนวคิดดังกล่าว ครูในชั้นเรียนจึงมีบทบาทสำคัญที่ต้องเข้าใจรายละเอียดของพฤติกรรมแก้ปัญหาของนักเรียนที่เกิดขึ้นจริงในระหว่างที่นักเรียนได้แก้ปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนและเป็นไปตามจุดเน้นของคณิตศาสตร์

Hashimoto (1996) ได้ทำการศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem Solving) โดยได้วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาในการแก้ปัญหา พบว่าในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการศึกษาการแก้ปัญหาในโรงเรียนประถมศึกษาของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นผลมาจากการสัมมนาวิชาการร่วมกันของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่น ในหัวข้อ “การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” เขาได้เสนอ 2 มุมมองที่ควรเน้นในวิชาคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนประถมศึกษา ได้แก่ a) การตระหนัก (Recognizing) และการประเมิน (Evaluating) แนวคิดที่หลากหลายของนักเรียน b) การอภิปราย (Discussions) ระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เขาได้พบว่า สิ่งสำคัญในวิชาคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนประถมศึกษาคือการคิดให้เป็นกรณีทั่วไป (To think generally) เกี่ยวกับปัญหาหลังจากที่ได้แก้ปัญหาแล้วและได้เสนอว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรได้รับการส่งเสริมโดยครูที่สอนอยู่ในชั้นเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึงการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ว่า ผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิด

ความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนก่อน แล้วจึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน มีดังนี้คือ

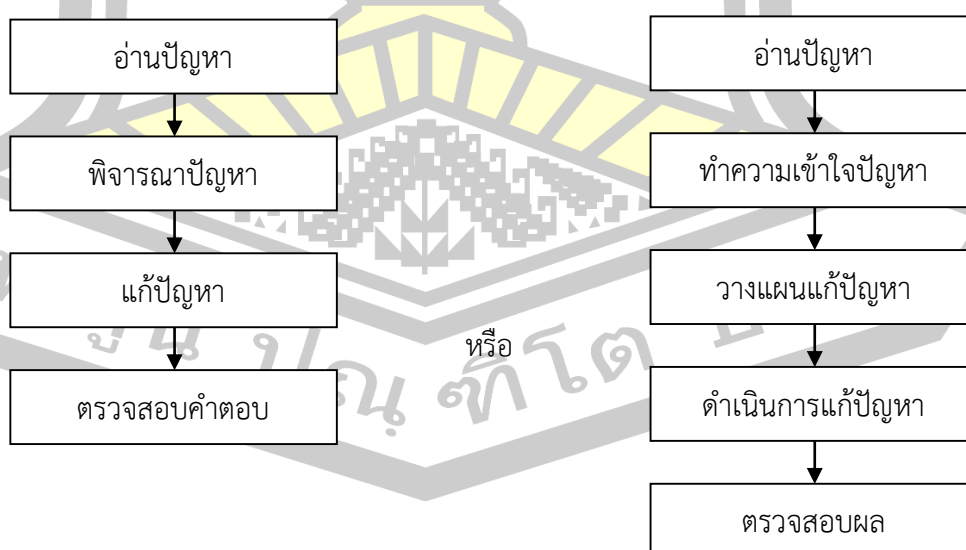
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญหลายประการ เช่น ทักษะการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมาย ซึ่งผู้เรียนควรวิเคราะห์ได้ว่าโจทย์ กำหนดอะไรให้และโจทย์ต้องการให้หาอะไร หรือพิสูจน์ข้อความใด

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ต้องอาศัย ทักษะในการนำความรู้ หลักการหรือทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้ว ในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ เหมาะสม เช่น เลือกใช้การเขียนรูป หรือแผนภาพ ตาราง การสังเกตหาแบบรูปหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น ในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่า คาดการณ์ หรือคาดคะเนคำตอบ ประกอบด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือ การดำเนินการ ทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ หรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะในการคำนวณ การประมาณ คำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้โดยอาศัยความรู้เชิงจำนวน (Number Sense) หรือความรู้สึก เชิงปริภูมิ (Spatial Sense) ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของ คำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหา

วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (Wilson Fernandez and Hadaway, 1993, อ้างอิงมาจาก สมเดช บุญประจักษ์, 2540) กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหา โดยทั่วไปมัก นำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นขั้นๆ ในลักษณะที่เป็นกรอบการแก้ปัญหาที่เป็นแนวตรง ดังนี้



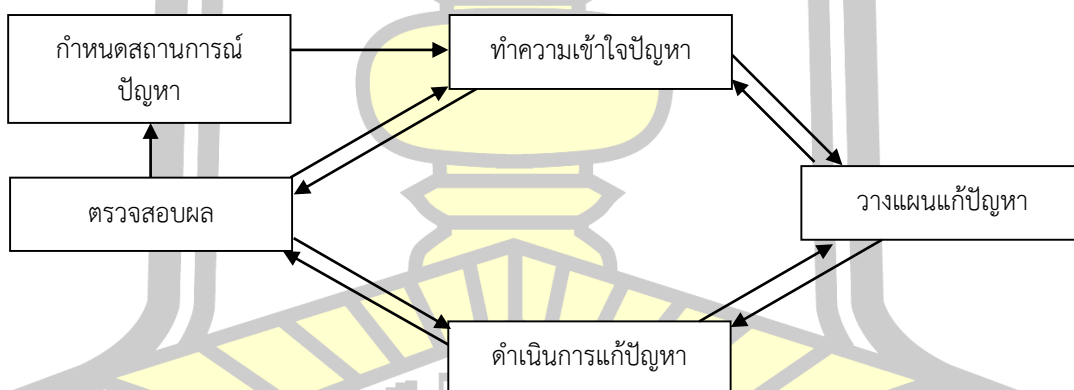
ภาพประกอบ 4 แสดงกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นเส้นตรง

รูปแบบดังกล่าว เป็นเหมือนชุดขั้นตอนการแก้ปัญหาซึ่งต้องดำเนินการตามขั้นตอน เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง จะเห็นว่าการดำเนินการในลักษณะแนวตรงเช่นนี้ทำให้ขาดการ สืบสวนในการแก้ปัญหา ขาดการช่วยเหลือตัวเอง ขาดการวางระบบความคิดและการวัดผลตนเอง (Self - Assessment) ซึ่งรูปแบบเช่นนี้ วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์ มองว่ามีข้อบกพร่อง ดังนี้

1. ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการในแนวตรงเสมอ
2. การแก้ปัญหาเป็นดังเช่นชุดของขั้นตอน
3. ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ต้องจำ ต้องฝึกและต้อง

ทำซ้ำ ๆ

วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์ (สมเดช บุญประจักษ์, 2540 อ้างอิงจาก Wilson Fernandez and Hadaway, 1993) ได้ปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ 4 ขั้นตอนของโพลยา โดยเสนอเป็นกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัต (dynamic) และเป็นวงจรของขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ดังภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 5 แสดงกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

ลูกศรเป็นการแสดงการพิจารณาตัดสินใจที่เป็นการเคลื่อนการทำงานจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่งหรืออาจเป็นการพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนเดิม หากมีปัญหาหรือข้อสงสัย จะเห็นว่ากระบวนการไม่จำเป็นต้องเป็นแนวตรงดังรูปแบบเดิม เช่น นักเรียนทำการแก้ปัญหา ในขั้นตอนแรก คือ ทำความเข้าใจปัญหาแล้วเคลื่อนไปสู่ขั้นวางแผน ระหว่างการดำเนินการนั้น นักเรียนอาจค้นพบสิ่งที่ทำให้เข้าใจปัญหาได้ดียิ่งขึ้น หรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วาง

ไว้แต่ไม่สามารถดำเนินการได้ นักเรียนอาจจะกลับไปเริ่มวางแผนใหม่หรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวเป็นการดำเนินการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า การพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาผู้สอนจะต้องสร้างพื้นฐานและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาแล้วจึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนตามกระบวนการของโพลยา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา จะต้องพิจารณาและแยกแยะถึงองค์ประกอบของปัญหาว่าโจทย์กำหนดเงื่อนไขใดที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่สำคัญทักษะต่าง ๆ และความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการอาศัยทักษะด้านการคิดคำนวณ การอธิบาย การให้เหตุผลและการเลือกวิธีที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่

กระทรวงศึกษาธิการประเทศสิงคโปร์ (Ministry of Education, Singapore) (1990 อ้างถึงใน สัมพันธ์ จากถิ่นขจรไกล, 2549) ระบุว่า การแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ให้ความสำคัญมาก เนื่องจากครูต้องการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายหลักของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา กล่าวคือ ปัญหาต่าง ๆ มีแนวโน้มที่จะเกี่ยวข้องกับความรู้และทักษะหลากหลายสาขาวิชา และบ่อยครั้งที่ปัญหาไม่ได้ถูกกำหนดไว้อย่างดี เช่น ในชั้นเรียนแบบเดิม ครูเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาที่คุ้นเคย ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เพียงขั้นตอนการดำเนินการแต่ไม่ได้เข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง แนวทางที่ควรจะดำเนินการแก้ปัญหาคือการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีปัญหาที่แท้จริงอย่างหลากหลาย เพื่อให้นักเรียนและครูได้สำรวจค้นหาตามแบบทฤษฎีการตระหนักรู้ (Situated Cognition Theory)

Taplin (2005, อ้างถึงใน สัมพันธ์ จากถิ่นขจรไกล, 2549) ได้ศึกษาและรวบรวมคุณลักษณะที่เฉพาะเจาะจงของวิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving Approach) ซึ่งประกอบด้วย

1) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน (Zoest; et. al. 1991)

2) การสนทนาเชิงคณิตศาสตร์และความเข้าใจร่วม (Consensus) ระหว่างนักเรียน (Zoest; et. al. 1991)

3) ครูจัดเตรียมข้อมูลที่เพียงพอเพื่อที่จะสร้างภูมิหลังหรือความคาดหวังต่อปัญหา และนักเรียนสร้างความชัดเจน ติความและพยายามสร้างกระบวนการเพื่อหาผลลัพธ์ (Cobb; et. al. 1991)

4) ครูยอมรับทั้งคำตอบที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง โดยวิธีการที่ว่าไม่ต้องประเมินคำตอบ

5) ครูเสนอแนะ ส่งเสริมตั้งคำถามที่ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจลึกซึ้ง และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกระบวนการแก้ปัญหา (Lester; et. al. 1994)

6) ครูรู้ว่าเมื่อไรเหมาะสมในการเข้าไปแทรกแซง และเมื่อไรที่จะถอยออกมา เพื่อให้ให้นักเรียนสร้างวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง

7) วิธีการแก้ปัญหามาตรานำมาใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถทำให้เป็นกรณีทั่วไปได้ (Generalization) เกี่ยวกับกฎ (Rules) และความคิดรวบยอด (Concepts) ซึ่งการทำให้เป็นกรณีทั่วไปเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมากต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Evan and Lappin 1994)

เอื้อจิตร พัฒนจักร (2550) ได้กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Problem Solving Process) ไว้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรระดับประถมศึกษาถึงระดับอุดมศึกษา โดยมากโจทย์ปัญหามักปรากฏในรูปแบบฝึกหัดระคนในแบบเรียนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรคณิตศาสตร์ในช่วงปีพุทธศักราช 2503-2533 โดยวิธีการสอนแบบยึดครูเป็นศูนย์กลาง นักเรียนทำแบบฝึกหัดจำนวนมากเพื่อจะได้จำได้ดี ความจริงที่ปรากฏชัดเจนคือนักเรียนไม่เข้าใจ จำไม่ได้ เบื่อวิชาคณิตศาสตร์ แต่ในช่วงปีคริสต์ศักราช 1945 (พุทธศักราช 2488) Polya (1957) ได้นำเสนอหนังสือ “How to solve it” ที่เสนอมุมมองการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบแก้ปัญหาเพื่อเรียนรู้ และได้สร้างโมเดลการแก้ปัญหา โมเดลนี้นำนักคณิตศาสตร์ศึกษาเปลี่ยนแปลงความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ไปจากรูปแบบเดิม ๆ รวมทั้งมีนักคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ศึกษาได้พัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการเรียน การสอน ครู นักเรียน บรรยากาศในชั้นเรียน โดยพิจารณาปัจจัยที่สำคัญและปัจจัยแวดล้อม เพื่อให้ชั้นเรียนคณิตศาสตร์มีคุณค่าต่อสมาชิกทุกคนที่เกี่ยวข้อง จากผลของโมเดลการแก้ปัญหของโพลยา ทำให้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ตั้งแต่ช่วงปีคริสต์ศักราช 1970 (พุทธศักราช 2513) เป็นต้นมา ในประเทศไทยนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่งจะเริ่มในช่วงหลักสูตรปีพุทธศักราช 2542 ที่ครูและนักการศึกษาเข้าใจว่าเป็นสาระหนึ่งของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเป็นภาระให้แก่โรงเรียนที่จะต้องดำเนินการส่วนนี้ ในประเทศญี่ปุ่นได้พยายามพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เป็นกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รองศาสตราจารย์ ดร.ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546) ได้ทำวิจัยเรื่อง “การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ใน

โรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์” โดยใช้กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยทำให้ได้ข้อยืนยันว่า กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้

Schoenfeld (1985 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2552a) ได้กล่าวถึง นักคณิตศาสตร์ศึกษาที่สนใจศึกษากระบวนการคิดของนักเรียนโดยเฉพาะในระหว่างนักเรียนกำลังแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ในช่วงปีคริสต์ศักราช 1970-1990 นักวิจัยได้ใช้กรอบการวิเคราะห์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของ Polya (1973) เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งประกอบไปด้วยระยะต่าง ๆ 4 ระยะ ได้แก่

1) ระยะการทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) เป็นการสำรวจว่าในปัญหามีคำ หรือวลี หรือประโยคย่อย ๆ อะไรบ้าง มีความหมายอย่างไร แล้วจำแนกเป็นส่วน ๆ ว่า โจทย์กำหนดอะไรให้ สิ่งที่ต้องการหาคืออะไร ข้อมูลที่กำหนดให้มีเงื่อนไขอย่างไรบ้าง

2) ระยะการวางแผนแก้ปัญหา (Make a Plan) เป็นขั้นการวิเคราะห์รายละเอียดและหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่กำหนดกับสิ่งที่ต้องการหา โดยใช้บทนิยาม สมบัติ และทฤษฎีบทต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาก่อนแล้ว ในการพิจารณาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ได้ข้อสรุปที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบได้ เช่น การวาดรูปประกอบ การสร้างตารางวิเคราะห์ การแยกสถานการณ์หรือเงื่อนไขเป็นส่วนย่อย ๆ เป็นต้น

3) ระยะการดำเนินการตามที่ได้วางแผนไว้ (Carry out the Plan) เป็นขั้นของการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

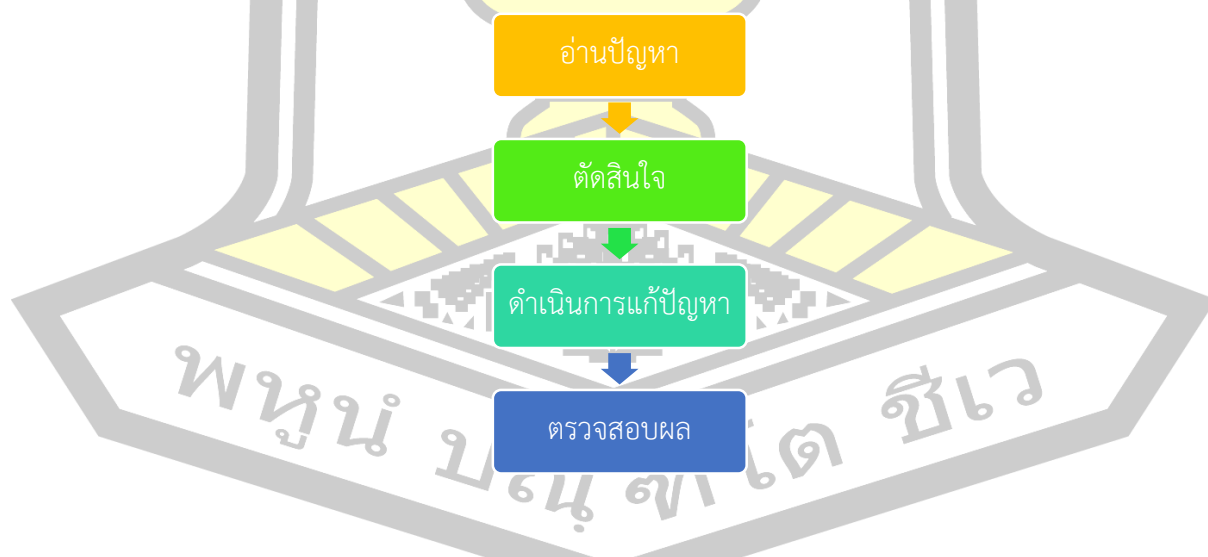
4) ระยะการมองย้อนกลับ (Looking back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ หรือใช้วิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าว ๆ

แต่ Schoenfeld พบว่า การวิเคราะห์กระบวนการคิดในระหว่างการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Polya นั้นมีข้อจำกัด กล่าวคือ ไม่รู้จะสังเกตอย่างไรหรือใช้ข้อมูลอะไรจึงจะรู้ว่านักเรียนกำลังทำความเข้าใจเงื่อนไขของปัญหา กำลังวางแผนการแก้ปัญหาหรือได้ลงมือแก้ปัญหาไปแล้ว ส่วนการมองย้อนกลับ สังเกตไม่ค่อยเห็นเพราะนักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าถ้าตัวเองแก้ปัญหาได้คำตอบแล้วจะยุติการแก้ปัญหา ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้ว ทั้ง Polya และ Schoenfeld มีความเห็นตรงกันว่า การมองย้อนกลับเพื่อทบทวนวิเคราะห์การคิดของตนเองเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญมากกว่าคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา เพราะการทำเช่นนั้นเท่ากับตระหนักได้ว่าตนเองรู้อะไร

Schoenfeld (1985 อ้างถึงใน Inprasitha, 2010) ได้ศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหามุมมองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อดูกระบวนการคิด โดยวิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดขึ้นขณะแก้ปัญหา รวมถึงพฤติกรรมการแก้ปัญหามุมมองของนักเรียนที่ซับซ้อน หากกล่าวในมุมมองที่เกี่ยวกับศาสตร์เชิงการรู้ (Cognitive Sciences) ว่าอะไรที่หมายถึงการคิดอย่างคณิตศาสตร์ และครูสามารถให้นักเรียนคิดอย่างคณิตศาสตร์ได้อย่างไร และเขาได้อธิบายพฤติกรรมการแก้ปัญหามุมมองนักเรียนผ่านมุมมองเชิงคุณภาพที่แตกต่างกัน 4 มุมมอง เกี่ยวกับกิจกรรมเชิงสติปัญญาที่มีความซับซ้อน ได้แก่

- 1) ทรัพยากรเชิงการรู้ (Cognitive Resource)
- 2) วิธีการแก้ปัญหา (Heuristic)
- 3) การควบคุมการบริหารจัดการ (Control) ให้มีคุณภาพ
- 4) ระบบความเชื่อ (Beliefs Systems) เป็นโลกทัศน์หรือมุมมองของบุคคลที่มีต่อการพิจารณาถึงธรรมชาติของคณิตศาสตร์ และพิจารณาถึงประเด็นที่เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหามุมมองได้ขอบเขตของคณิตศาสตร์

Wilson, Fernandez; Hadaway (1993) ได้กล่าวถึง การแก้ปัญหามุมมองทางคณิตศาสตร์ว่าการแก้ปัญหานั้นมีความสำคัญเป็นพิเศษในการศึกษาคณิตศาสตร์ กล่าวคือ เป้าหมายแรกของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามุมมองทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนและได้นำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหามุมมอง ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการแก้ปัญหามุมมองของ Wilson, Fernandez และ Hadaway

ที่มา : Wilson, Fernandez & Hadaway. (1993). Mathematics Problem Solving. Research Ideas for the Classroom : High School Mathematics. New York : Macmillian Publishing Company. P.61.

จากการศึกษากระบวนการและขั้นตอนในการปัญหาทางคณิตศาสตร์จากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปที่เป็นใจความสำคัญโดยใช้เป็นกรอบในการวิจัยนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ครูกำหนดขึ้น จากนั้นนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้สื่อการเรียนรู้มาช่วยในการคิดทางคณิตศาสตร์จนสามารถหาคำตอบ ได้และแสดงแนวคิดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น พฤติกรรมการอ่าน การคิดวิเคราะห์ การเขียน การวาดภาพ เป็นต้น ภายใต้การจัดการจัดการเรียนรู้อยู่โดยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) และผู้วิจัยได้ใช้หลักการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา ที่ได้ปรับปรุงตามแนวคิดของวิลสัน เฟอนันเดซและฮาตาเวย์ เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต ทั้งนี้เพราะการแก้ปัญหาสำหรับงานวิจัยนี้ไม่ได้พิจารณาผลลัพธ์เพียงอย่างเดียว แต่หากรวมถึงการพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาทั้งหมด

2.4.3 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

2.4.3.1 แนวคิดในการประเมินผลการแก้ปัญหา เมื่อการแก้ปัญหาได้รับการเน้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาก็ควรจะได้รับ การเน้นไปด้วย ในขณะที่เดียวกันการประเมินผลควรแสดงถึงความสามารถของนักเรียนในการแสดง สาระสำคัญทั้งหมดของการแก้ปัญหา หลักฐาน ร่องรอย เกี่ยวกับความสามารถในการถามคำถาม การใช้ข้อสนเทศที่กำหนดให้ และการสร้างข้อคาดการณ์ การประเมินจะให้หลักฐานของการใช้ ยุทธวิธี และเทคนิคการแก้ปัญหา รวมทั้งความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้อง และอธิบาย ความหมายของผลลัพธ์ที่ได้ ตลอดจนความสามารถในการขยายสู่กรณีทั่วไปในมาตรฐานการประเมิน ของ NCTM มาตรฐานที่ 5: การแก้ปัญหา ระบุว่า การประเมินความสามารถของนักเรียนในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการจัดหาหลักฐานร่องรอย ที่นักเรียนสามารถสร้างปัญหา ประยุกต์ใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ตรวจสอบความถูกต้องและอธิบายตีความหมาย ของผลลัพธ์ และสร้างรูปทั่วไปของคำตอบ (NCTM, 1989)

ปริชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้กล่าวว่าการประเมินความก้าวหน้าในการแก้ปัญหา ควรประเมินในขอบข่ายใหญ่ๆ 2 ประการ คือ การแสดงการใช้ทักษะและยุทธวิธีที่หลากหลายใน การแก้ปัญหาและเจตคติ ความเชื่อเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยมีเทคนิคสำหรับการประเมินที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่ การสังเกตและการใช้คำถามถามนักเรียน การใช้การประเมินข้อมูลจากนักเรียน การใช้เทคนิคการให้คะแนนแบบพิจารณาองค์รวม (holistic scoring) และการใช้แบบทดสอบ

Charles. Et al., (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544 อ้างอิงจาก Charles, et al, 1987, Krulik and Rudnick, 1998) ได้กล่าวว่าการพิจารณาทางเลือกสำหรับเทคนิค การประเมินขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้คือ ประเภทของทักษะการแก้ปัญหาหรือผลที่ได้ปรากฏ ซึ่งต้องการวัดจำนวนของนักเรียนที่จะประเมิน เวลาที่จะใช้ในการประเมิน ประสบการณ์ของครูในการสอนและการประเมินการแก้ปัญหา ความต้องการในการใช้ผลของการประเมินและ เครื่องมือ การประเมินที่จะหาได้ เพราะฉะนั้นงานของครูก็คือการเลือกเทคนิคการประเมินที่จะช่วยครูให้วัดได้ ตรงตามเป้าหมายที่ต้องการเน้นและให้บังเกิดผลดีที่สุด

จากแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยจะประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์จากการสังเกต การตอบคำถาม แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์

2.4.3.2 เทคนิคการประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้กล่าวถึงเทคนิคการประเมินการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การสังเกตและการใช้คำถาม การสังเกตและการใช้คำถามถามนักเรียน ขณะที่กำลังแก้ปัญหา จะได้ข้อมูลที่มีคุณค่าเกี่ยวกับการแสดงออกของนักเรียน เจตคติและความ เชื่อ การสังเกตและการถามคำถามครูสามารถทำได้อย่างไม่เป็นแบบแผน ขณะที่ครูเคลื่อนที่เข้าไป สังเกตตามกลุ่มต่าง ๆ เมื่อนักเรียนกำลังทำงานและสามารถกระทำอย่างเป็นแบบแผนผ่านการ สัมภาษณ์อย่างมีโครงสร้างเป็นรายบุคคล การสังเกตโดยตรงและการถามคำถามอย่างระมัดระวัง ขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาถือว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดของการประเมินบางด้านของเป้าหมายของการ แก้ปัญหา ซึ่งการประเมินจากการวิเคราะห์งานจากการเขียนเพียงอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอ การ สังเกตและการถามคำถามมีจุดประสงค์สำคัญในการจัดบันทึกการตอบสนองของนักเรียนเกี่ยวกับ ทักษะหรือเจตคติที่ครูประเมิน การสังเกตอย่างไม่เป็นแบบแผนและการถามคำถามสามารถใช้ ประเมิน เมื่อนักเรียนทำงานเป็นรายบุคคล ในกลุ่มเล็ก หรือในขณะที่อภิปรายร่วมกันทั้งชั้น แต่ว่า น่าจะมีประสิทธิภาพที่สุดระหว่างที่นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคลและในกลุ่มเล็ก เนื่องจากว่าครูมี ข้อจำกัดในด้านเวลาในการจัดบันทึกขณะที่มีการอภิปรายกันทั้งชั้นเรียน ก่อนเข้าสู่บทเรียนเลือก ประเด็นของสิ่งที่ต้องการประเมิน ครูต้องเตรียมเครื่องมือการประเมินไว้ล่วงหน้า เช่น แบบ ตรวจสอบรายการหรือมาตรฐานค่า ในขณะที่นักเรียนที่หมายตาไว้แก้ปัญหา ครูเฝ้าสังเกตพวกเขา ฟังสิ่งที่เขาพูดกับเพื่อนคนอื่น ๆ สอดแทรกการตั้งคำถามให้สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการ ประเมิน จัดบันทึกสิ่งที่สังเกตได้โดยทำเป็นจุดหรือเครื่องหมายไว้ ซึ่งดีกว่าการจำไว้เพียงอย่างเดียว เพราะอาจหลงลืมได้ กำหนดเป้าหมายไว้อย่าให้มากข้อเกินไป ในขณะที่ครูสังเกตและถามคำถาม

นักเรียนในสถานการณ์แก้ปัญหา ต้องบันทึกสิ่งที่ต้องการทันทีเท่าที่ จะทำได้ภายหลังการสังเกต การบันทึกอาจมีเครื่องมือช่วย ได้แก่แบบตรวจสอบรายการ และมาตราส่วนประมาณค่า

2. การสัมภาษณ์ เทคนิคนี้เกี่ยวกับการสังเกตและการถามคำถามนักเรียน ระหว่างการแก้ปัญหา แต่ไม่เหมือนกันเสียทีเดียว การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างสัมภาษณ์นักเรียน คราวละไม่เกิน 2 คน โดยปกติให้สัมภาษณ์ทีละคน สัมภาษณ์อย่างเป็นระบบ โดยการถามปัญหา อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งต้องวางแผนไว้ล่วงหน้า การใช้การจดบันทึก มาตราประมาณค่า แบบ ตรวจสอบรายการ การบันทึกเสียงและวิดีโอทัศน์ก็สามารถนำมาใช้ประกอบกันได้ เพื่อเป็นข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์ภายหลัง ขั้นตอนการสัมภาษณ์ คือ เลือกบุคคลที่จะสัมภาษณ์ เลือกปัญหาที่ เหมาะสม วางแผนแบ่งประเด็นที่จะสัมภาษณ์ด้วยตนเอง ดำเนินการสัมภาษณ์ ข้อดีของการ สัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง คือ การประเมินอยู่ในกรอบที่วางไว้ มีเวลาที่จะประเมินได้ในแนวลึก เกี่ยวกับทักษะในการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล สามารถกำหนดโครงสร้างที่ตายตัว หรือยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมิน สามารถเก็บข้อมูลได้ในรายละเอียด เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนทำและคิด ทำให้ได้ทราบถึงกระบวนการ การคิดของนักเรียน ซึ่งโดยปกติอาจเห็น ได้ไม่ชัดเจนจากการเขียนของนักเรียนการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างควรใช้เมื่อต้องการถามให้ลึกซึ้ง เกี่ยวกับกระบวนการคิดของนักเรียน ในการแสดงการแก้ปัญหาหรือ เจตคติ มีประโยชน์สำหรับการ วิจัยในกระบวนการแก้ปัญหา

3. การประเมินสมุดงาน สำหรับการวิจัยในชั้นเรียน สมุดงานบันทึกการ แก้ปัญหาของนักเรียนเป็นแหล่งข้อมูล ที่สำคัญ ซึ่งในสมุดงานมีข้อมูลพื้นฐานต่อไปนี้

3.1 วิธีการหาคำตอบและคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์

3.2 การอธิบายถึงยุทธวิธีที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา

3.3 การอธิบายถึงความคล้ายคลึงกันของคณิตศาสตร์ที่ใช้ใน

การแก้ปัญหานั้น และที่ใช้ในปัญหาอื่น ๆ ที่นักเรียนเคยแก้มาแล้ว

3.4 การอธิบาย การขยายปัญหาที่เป็นไปได้

3.5 การสำรวจศึกษาปัญหาจากการขยายปัญหา

4. การประเมินผลการรายงาน เทคนิคที่เกี่ยวกับการเขียนรายงานหรือ การบันทึกประสบการณ์การแก้ปัญหาที่ทำให้นักเรียนคิดย้อนถึงคือ การถามนักเรียนให้คิดย้อนทวน อธิบายวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา ทิศทางหรือตัวอย่างของคำถามทั่วไป เช่น “จงบอกแนวความคิด และ อธิบายวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา” เน้นสิ่งที่มีประโยชน์ในการช่วยให้นักเรียนได้เริ่มต้นรายงาน ครู สามารถใช้คำถามต่อไปนี้เพื่อช่วยนักเรียนให้มองย้อนกลับ และอธิบายการคิดของนักเรียนขณะที่ แก้ปัญหา

4.1 นักเรียนทำอะไร เมื่อแรกพบปัญหานักเรียนคิดถึงอะไร

4.2 นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเลยหรือไม่ ใช้ยุทธวิธีใด
ผลเป็นอย่างไร มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ยุทธวิธีนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่

4.3 ถ้าแก้ปัญหาไม่สำเร็จ นักเรียนพยายามหายุทธวิธีอื่นมา
ลองใช้อีกหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร

4.4 นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่ นักเรียนรู้สึกอย่างไร

4.5 นักเรียนตรวจสอบคำตอบหรือไม่ ลองใช้วิธีการอื่น ๆ บ้าง
หรือไม่ นักเรียนแน่ใจไหมว่าคำตอบที่หาได้ถูกต้อง

4.6 โดยทั่ว ๆ ไปนักเรียนรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับการแก้ปัญหานี้

5. การประเมินแฟ้มผลงาน ในชั้นเรียนแฟ้มผลงานเป็นที่เก็บผลงานของ
นักเรียน ซึ่งนักเรียนคัดเลือกไว้ด้วยตนเอง แฟ้มผลงานจะอยู่ในตำแหน่งที่หาง่ายในห้องเรียน
แนวคิดที่อยู่เบื้องหลังแฟ้มผลงาน ก็คือ เป็นการรวบรวมผลงานที่ดีที่สุดของนักเรียนอย่างเป็นระบบ
แฟ้มผลงานเปิดโอกาสให้นักเรียนมีเวลาในการคิดที่จะพัฒนางาน จัดแสดงผลงานให้ดีขึ้น ด้วยการ
ใช้แฟ้มผลงาน นักเรียนสามารถพัฒนาแนวความคิดที่สำคัญในคณิตศาสตร์ แฟ้มผลงานช่วยเปิด
โอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกและสังเกตการเติบโตและวุฒิภาวะของตนเองในคณิตศาสตร์ได้
ตลอดเวลา แฟ้มผลงานเป็นการบันทึกความก้าวหน้าของการเรียนรู้ตลอดเวลาอย่างต่อเนื่องในระยะ
ยาว สอดคล้องกับธรรมชาติ เป็นผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในแงุ่มที่สอดคล้องกับความเป็นจริงแทน
การสอบถามหรือทดสอบซึ่งทำเพียงบางช่วงเวลา แฟ้มผลงานใช้เป็นสิ่งบันทึกความสำเร็จที่
ภาคภูมิใจดีกว่าบันทึกความบกพร่อง ทักษะการสื่อสารจะได้รับการพัฒนาและส่งเสริมผ่านการใช้
แฟ้มผลงานจากการที่นักเรียนรายงานถึงผลของการสำรวจศึกษาปัญหาและ การทำกิจกรรม แฟ้ม
ผลงานอาจจะบรรจุวิธีการและคำตอบของกิจกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนไว้ การได้สัมผัสผลงาน
ของนักเรียนเป็นสิ่งสร้างสรรค์ที่ดีที่สุดหรือเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีที่สุด เกิดความชัดเจนในกระบวนการ
แก้ปัญหาของนักเรียน ได้มองเห็นผลเฉลยที่สง่างามหรือการขยาย แนวทางการวิเคราะห์ซึ่งแสดง
ความคิดริเริ่มและการสร้างระบบความคิดในการแก้ปัญหา ในแฟ้มผลงาน นักเรียนสามารถเพิ่มเติม
ปัญหาหรือข้อคาตเดาซึ่งนักเรียนมีแนวคิดในการสร้างขึ้น (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544 อ้างอิงจาก
Charles, et al, 1987; Kennedy and Tipps, 1994 ; Krulik and rudnick, 1998,
Wilson, et al, 1993)

2.4.3.3 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจากงานเขียน

ถึงแม้ว่าการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหจะสามารถใช้
เทคนิคหลาย ๆ อย่าง ในการประเมิน แต่การประเมินจากการเขียนแสดงการแก้ปัญหาของนักเรียน
ก็นับว่าเป็นสาระสำคัญ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถ และกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน
ชาร์ลส์และคณะ (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544 อ้างอิงจาก Charles. et al, 1987) ได้เสนอแนะการ

ประเมิน ผลงาน การแก้ปัญหาของนักเรียน 3 วิธี คือ การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดระดับคะแนนแยกแยะลงไปในช่วงตอนของกระบวนการแก้ปัญหา การให้คะแนนแบบองค์รวม เป็นการกำหนดคะแนนโดยพิจารณาที่ภาพรวมของคำตอบของปัญหาซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนเกณฑ์ที่สัมพันธ์กับกระบวนการคิดที่เฉพาะเจาะจง การให้คะแนนจากความประทับใจทั่วๆ ไป เป็นการให้คะแนนโดยใช้ความประทับใจทั่วๆ ไป ซึ่งมีเกณฑ์ที่แน่นอนชัดเจนจากผู้ประเมินที่มีประสบการณ์สูง ความสำเร็จของการประเมินแต่ละวิธีขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้จากนักเรียน ซึ่งบันทึกผลของการคิดไว้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพราะว่า การวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนบางอย่างเป็นอิสระจากการสังเกต จึงจำเป็นต้องนำมาประกอบเสริมกับการสังเกตและการถามคำถาม หรือการรวบรวมข้อมูล การประเมินอื่นๆ จากนักเรียน เพื่อนำมาสร้างข้อวินิจฉัยในการแก้ปัญหาของนักเรียน

1. การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ เป็นวิธี การประเมินที่กำหนดค่าของคะแนนโดยพิจารณาแยกแยะจากขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ดังนั้นขั้นตอนแรกของการพัฒนาสเกล การให้คะแนนของการวิเคราะห์คือ การกำหนดขั้นตอนของการแก้ปัญหาซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้ประเมินสนใจ ขั้นตอนที่สองคือการกำหนดพิสัยของคะแนนที่เป็นไปได้สำหรับ แต่ละขั้นตอน (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544 อ้างอิงจาก Charles, et al, 1987 ; Krulik and Rudnick, 1998) ข้อดีของการกำหนดสเกลการให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ คือเป็นการพิจารณาขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ไม่ใช่พิจารณาเพียงคำตอบเท่านั้น เป็นวิธีการกำหนดคุณค่าของงานของนักเรียนด้วยตัวเลขที่ชัดเจน ช่วยครูในการเน้นเฉพาะที่จุดอ่อน และจุดแข็งของนักเรียนได้ตรงประเด็น ได้ข้อสังเกตเฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับประสิทธิผลที่เกิดจากกิจกรรมการสอนที่หลากหลาย และสเกลการให้คะแนนโดยการวิเคราะห์สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมได้ การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์อยู่บนความเชื่อที่ว่า การประเมินการแก้ปัญหาคควรพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆ มากกว่าการตรวจสอบง่าย ๆ จากคำตอบเท่านั้น การกำหนดสเกลการวิเคราะห์สามารถที่จะประเมินการแสดงการแก้ปัญหของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะได้คำตอบ ทำให้สามารถกำหนดขอบข่ายของจุดอ่อน และจุดแข็งได้เฉพาะเจาะจง และประเมินประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เฉพาะเจาะจงได้ด้วยการพิจารณาสิ่งเหล่านี้ในสเกลการวิเคราะห์มีประโยชน์มากภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้ คือ เมื่อต้องการให้นักเรียนให้ผลย้อนกลับเกี่ยวกับประเด็นหลัก ๆ ที่สำคัญในการแสดงการแก้ปัญหา เมื่อต้องการวินิจฉัยข้อสังเกตเกี่ยวกับจุดอ่อนและจุดแข็งของกระบวนการแก้ปัญหอย่างเฉพาะเจาะจง เมื่อครูมีความสนใจในหลักฐานร่องรอยที่เฉพาะเจาะจงบางอย่างของการแก้ปัญหาซึ่งจำเป็นต้องเพิ่มเวลาในการเรียนการสอน และเมื่อครูมีเวลาเพียงพอในการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนอย่างระมัดระวังและละเอียดรอบคอบ การประเมินด้วยวิธีให้คะแนนโดยการวิเคราะห์จะมี

ประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อมีการใช้ร่วมกับวิธีประเมินอย่างอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสังเกตและการถามคำถาม

2. การให้คะแนนแบบองค์รวมการให้คะแนนงานการแก้ปัญหาของนักเรียนแบบองค์รวมเป็นการให้คะแนนที่เน้นภาพรวมของคำตอบ แต่ไม่ใช่พิจารณาเฉพาะคำตอบเท่านั้น การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนมีความสัมพันธ์กับกระบวนการคิดแก้ปัญหาในมุมมองที่แตกต่างกับการให้คะแนนโดย การวิเคราะห์ที่กล่าวมาแล้ว การให้คะแนนแบบองค์รวมจะไม่กำหนดคะแนนแยกแยะลงไปถึงประเด็นต่างๆ ของกระบวนการคิด แต่จะกำหนดน้ำหนักคะแนนสำหรับภาพรวมของคำตอบทั้งหมด

อเนก พุทธิเดช (2548) ได้ให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบองค์รวมไว้ดังนี้

2.1 ให้ 4 คะแนน เมื่อ

2.1.1 ใช้วิธีการที่ถูกต้องเหมาะสมและได้คำตอบที่ถูกต้อง

2.1.2 ใช้วิธีการที่ถูกต้องเหมาะสม แต่มีข้อผิดพลาดจากการลอก

โจทย์ หรือการคำนวณซึ่งไม่ได้แสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดความเข้าใจปัญหาผิด หรือใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ผิดพลาด

2.2 ให้ 3 คะแนน เมื่อ

2.2.1 ใช้วิธีการที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่คำตอบที่ได้ผิด

เนื่องจากเข้าใจ ปัญหาผิดบางส่วน หรือละเลยข้อมูลบางอย่าง

2.2.2 มีวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องแต่ขาดคำตอบของปัญหาหรือ

ตอบคำถามไม่ถูกต้องสมบูรณ์

2.2.3 มีคำตอบที่ถูกต้องและปรากฏหลักฐานว่ามีการใช้วิธีการที่

ถูกต้องเหมาะสม แต่การแก้ปัญหาบางส่วนยังขาดความสมบูรณ์

2.3 ให้ 2 คะแนน เมื่อ

2.3.1 ใช้วิธีการที่ไม่เหมาะสมแต่มีการแก้ปัญหาคงเสร็จและ

แก้ปัญหาก็ไม่ถูกต้อง แต่มีการแก้ปัญหาก็แสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจ

2.3.2 ใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องแต่ไม่สามารถดำเนินการตาม

วิธีการมากพอที่จะได้มาซึ่งคำตอบหรือเลือกใช้วิธีที่ถูกต้อง แต่มีความผิดพลาดในการใช้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง

2.3.3 หาได้เพียงเป้าหมายย่อยของปัญหา

2.3.4 ปรากฏคำตอบที่ถูกต้องแต่งานที่เขียนไม่รู้เรื่องหรือมีแต่

คำตอบที่ถูกต้อง

2.4 ให้ 1 คะแนน เมื่อ

2.4.1 มีการเริ่มต้นที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจบางส่วนแต่วิธีการใช้ไม่ถูกต้องและไม่ได้ลงมือแก้ปัญหาจนสิ้นสุด

2.4.2 มีการเริ่มต้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่ไม่เหมาะสมจึงไม่ประสบความสำเร็จและไม่ปรากฏร่องรอยว่าได้พยายามเปลี่ยนแปลงหรือหาวิธีใหม่

2.4.3 มีความพยายามที่จะได้เป้าหมายย่อยของปัญหาแต่ไม่สำเร็จ

2.5 ให้ 0 คะแนน เมื่อ

2.5.1 ว่างเปล่าหรือมีการลอกข้อมูลจากโจทย์บางส่วนแต่ไม่ได้นำข้อมูล มาทำอะไรหรือไม่ได้แสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดความเข้าใจปัญหา

2.5.2 มีแต่คำตอบที่ไม่ถูกต้องและไม่มีการกระทำอย่างอื่น
ข้อดีของการให้คะแนนแบบองค์รวม คือเปิดโอกาสให้มีการพิจารณาประเมินการเขียนของนักเรียนให้เป็นไปอย่างรวดเร็วเน้นการพิจารณากระบวนการที่ใช้ ไม่ใช่พิจารณาเฉพาะคำตอบเท่านั้นมีการจัดเตรียมเกณฑ์การให้คะแนนที่เฉพาะเจาะจงชัดเจนสำหรับงานเขียน และใช้คะแนนค่าเดียวซึ่งครอบคลุมภาพรวมของคำตอบในการแสดงผลงานการแก้ปัญหา

3. การให้คะแนนจากความประทับใจการประเมินโดยวิธีนี้ผู้ประเมินจะต้องมีประสบการณ์ในการประเมินสูงและมีเกณฑ์ที่แน่นอนในการประเมิน

จากข้อมูลข้างต้น กล่าวได้ว่าการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจากงานเขียนของนักเรียนมี 3 วิธี คือ การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ การให้คะแนนแบบองค์รวม การให้คะแนนจากความประทับใจ ซึ่งผู้วิจัยจะพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจาก การสังเกต การตอบคำถาม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบวิเคราะห์

2.5 การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2.5.1 ความหมายของการสื่อสาร

มนุษย์มีการสื่อสารมาแต่โบราณ ซึ่งคำว่า “การสื่อสาร” ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า “Communication” ในภาษาลาติน หมายถึง Common ในภาษาอังกฤษ ซึ่งมีความหมายเป็นภาษาไทยว่า “ความเหมือนกันหรือร่วมกัน” หากวิเคราะห์ตามรากศัพท์อาจกล่าวได้ว่า การสื่อสารเป็นการสร้างความเหมือนกันหรือสร้างลักษณะที่ร่วมกัน โดยมีนักวิชาการได้ให้ความหมายของการสื่อสาร ไว้ดังนี้

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

วอลตัน และเจฟฟรีย์ (Walton; & Jeffrey. 1995) อธิบายว่า การสื่อสาร เป็นกระบวนการในการสร้างความเข้าใจร่วมกันระหว่างบุคคลอย่างน้อยที่สุด 2 คน โดยผ่านการเขียน การพูด หรือใช้ท่าทาง

รูบิน และคนอื่น ๆ (Rubin; et al. 2010) กล่าวว่า การสื่อสาร เป็นกระบวนการหนึ่งที่บุคคลสามารถเข้าใจจุดมุ่งหมายร่วมกันได้ โดยผ่านการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างกัน

บุญศรี ปราบณศักดิ์ และศิริพร จิรวัดน์กุล (2538) ให้ความหมายไว้ว่า การสื่อสาร คือ กระบวนการแลกเปลี่ยน และร่วมกันรับรู้เรื่องราวข่าวสารต่าง ๆ โดยมีความเข้าใจร่วมกันต่อสัญลักษณ์ที่แสดงเรื่องราวข่าวสารนั้น ๆ

พูนทรัพย์ สิทธิพรหม (2539) ได้กล่าวไว้ว่า การสื่อสาร หมายถึง การที่มนุษย์เรามีปฏิสัมพันธ์กันที่จะสร้างความเข้าใจร่วมกันเพื่อดำรงชีวิตอยู่ในสังคมเดียวกัน

เกศินี จุฑาวิจิตร (2542) ได้กล่าวไว้ว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการเคลื่อนไหว และเป็นการกระทำอย่างต่อเนื่องในการส่งและรับสารระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร โดยผ่านสื่อต่าง ๆ อย่างมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2542) ระบุว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างมนุษย์ภายใต้สภาพแวดล้อมซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ตามสภาวะการณ์

กิดานันท์ มลิทอง (2543) ได้ให้ความหมายว่า การสื่อสาร หมายถึง การถ่ายทอดเรื่องราว การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแสดงออกของข้อความคิดและความรู้สึก นอกจากนี้การสื่อสารยังเป็นการที่บุคคลในสังคมมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกันโดยผ่านทางข้อมูลทางข้อมูลข่าวสาร สัญลักษณ์ และเครื่องหมายต่าง ๆ ด้วย

ศิริพร รัตน์โกสินทร์ (2546) ได้กล่าวว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการในการถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนข่าวสาร ความคิด และทัศนคติจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่ง เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกัน

กิติมา สุรสุนธิ (2548) ให้ความหมายว่า การสื่อสาร หมายถึง การสร้างความร่วมกัน ความคล้ายคลึงกัน ให้เกิดขึ้นระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร ซึ่งทั้งสองฝ่ายจะต้องมีวัตถุประสงค์ในการสื่อสารที่สอดคล้องกัน การสื่อสารจึงจะประสบความสำเร็จ

สุกัญญา บุรณเดชาชัย (2550) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1. การสื่อสาร หมายถึง การสื่อสารระหว่างมนุษย์ (Human Communication) เท่านั้นไม่รวมถึงการคมนาคมขนส่ง (Transportation) สินค้า วัตถุสิ่งของ หรือบุคคลโดยอาศัยถนนหนทางแต่อย่างใด การสื่อสารเป็นพฤติกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ (Human Behavior) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับจิตใจ และการแสดงออกของคนที่ทำการสื่อสารต่อกัน

2. การสื่อสารจะมีการแลกเปลี่ยนข่าวสาร “ข่าวสาร” (Information) ทักษะคติ (Attitudes) ความคิด (Idea) เป็นต้น ซึ่งในวงการสื่อสารมวลชนจะรวมถึง สาร (Message) และเนื้อหาที่ผู้ส่งสารส่งผ่านสื่อไปยังผู้รับสาร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ระบุว่า การสื่อสาร เป็นกระบวนการถ่ายทอดข่าวสารจากผู้ส่งสาร (Source) ไปยังผู้รับสาร (Receiver) โดยนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสาร (Channel) ต่าง ๆ ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู และการแสดงท่าทาง โดยอาจไม่ใช้สื่อหรือใช้สื่อต่าง ๆ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสาร หรือสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ และอินเทอร์เน็ต

สุทธพร รัตนกุล (2551) กล่าวว่า การสื่อสาร หมายถึง การกระทำต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการถ่ายทอดหรือสื่อผ่านข้อมูลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่ง หรือจากกลุ่มบุคคลหนึ่งไปยังอีกกลุ่มบุคคลหนึ่ง

อัมพร ม้าคนอง (2553) อธิบายว่า การสื่อสารเป็นการพูดคุยเพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้ที่อยู่ในสังคมเดียวกัน ซึ่งบางครั้งอาจใช้การอ่านหรือการเขียนร่วมกัน เช่น การอธิบายเหตุผลที่ไม่สามารถส่งการบ้านได้ตรงเวลา การสอนเพื่อนทำการบ้าน

จากการศึกษาความหมายของการสื่อสารข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดหรือแลกเปลี่ยนข่าวสาร ความคิดเห็น ประสบการณ์ เจตคติ จากคนหนึ่งไปยังอีกคนหนึ่งโดยผ่านช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ เช่น การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การแสดงท่าทาง เป็นต้น เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกัน

2.5.2 ความสำคัญของการสื่อสาร

เวอร์เดอร์เบอร์ (Verderber, 1996) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสาร ดังนี้

1. สื่อสารเพื่อความต้องการ โดยธรรมชาติของมนุษย์และสัตว์ย่อมมีความต้องการในปัจจัยที่สำคัญเพื่อความอยู่รอดอัน ได้แก่ อาหาร น้ำ และที่อยู่อาศัย ดังนั้น มนุษย์และสัตว์จึงต้องมีการสื่อสารความต้องการของตนให้อีกฝ่ายหนึ่งรับทราบเพื่อให้ได้มาซึ่งปัจจัยเหล่านั้น

2. สื่อสารเพื่อพัฒนาความสัมพันธ์ เมื่อเราทำการสื่อสารหรือสนทนา ระหว่างบุคคลความสัมพันธ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน ระหว่างเพื่อนร่วมงาน หรือระหว่างคนใกล้ชิด ย่อมได้รับการพัฒนาให้มีความสัมพันธ์กันลึกซึ้งมากขึ้น

3. สื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล มนุษย์ต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสาร เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจร่วมกัน

รูเบน และสตีวาร์ท (Ruben; & Stewart. 1998) กล่าวว่า การสื่อสารเป็น พื้นฐานสำคัญของชีวิตเรา เพราะเป็นแนวทางหนึ่งที่เราใช้ติดต่อ สื่อสารกับบุคคลอื่น อันจะช่วยให้ เกิดความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ไม่ว่าจะเป็นความสัมพันธ์ในฐานะที่เราเป็นสมาชิกของครอบครัว ของ ชุมชนขององค์กร หรือของสังคมที่เราอาศัยอยู่

ไซเลอร์และบ็อล (Seiler; & Beall. 2002) กล่าวว่า การสื่อสาร มีความจำเป็น ต่อความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลของมนุษย์ เพราะมนุษย์ใช้การสื่อสารเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจที่ ตรงกัน อีกทั้งยังก่อให้เกิดการเชื่อมโยงในหลายส่วนของชีวิตอย่างมีความหมาย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2530) อธิบายว่า มนุษย์และสัตว์มีความจำเป็นที่ต้องสื่อสาร 5 ประการ ดังนี้

1. สื่อสารเพื่อสื่อความต้องการ มนุษย์และสัตว์ต้องสื่อความต้องการของ ตนให้อีกฝ่ายหนึ่งรับทราบเพื่อจะได้มาซึ่งสิ่งที่ตนต้องการอันจะทำให้ตนเองอยู่รอด
2. สื่อสารเพื่อสื่อความคิดเห็น มนุษย์และสัตว์ต้องสื่อความคิดเห็นของตน ให้อีกฝ่ายหนึ่งรับทราบเพื่อให้เกิดสภาวะสมดุลของการอยู่ร่วมกัน เช่น แสดงข้อเสนอแนะตอบคำถาม วิธี แก้ปัญหาต่าง ๆ
3. สื่อสารเพื่อถ่ายทอดความรู้ ทักษะและความชำนาญ มนุษย์และสัตว์ ต้องถ่ายทอดความรู้ ความนึกคิด ทักษะ ค่านิยมและทักษะความชำนาญไปยังอีกฝ่ายหนึ่งเพื่อ ประโยชน์ของฝ่ายรับ หรือประโยชน์ร่วมกัน
4. สื่อสารเพื่อการเตือนหรือการห้าม มนุษย์และสัตว์ต้องสื่อคำเตือนให้ ระวังคำ ห้ามมิให้ละเมิดคำสั่งให้ปฏิบัติ และคำชี้ชวนให้ทำเพื่อประโยชน์ของผู้รับและ/หรือ ประโยชน์ส่วนรวม มิใช่ประโยชน์ของผู้ส่งโดยตรง
5. สื่อสารเพื่อการโต้ตอบและสื่อเรื่องราว มนุษย์และสัตว์ต้องโต้ตอบกัน ระหว่างมนุษย์กับมนุษย์ มนุษย์กับสัตว์ และสัตว์กับสัตว์เอง เพื่อให้ทราบเรื่องราวความเป็นไปใน อดีต ปัจจุบัน และอนาคตของทั้งสองฝ่าย

มณฑล ไบบัว (2536) กล่าวว่า การสื่อสารมีความสำคัญต่อมนุษย์ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสำคัญต่อความเป็นสังคม มนุษย์รวมตัวกันเป็นกลุ่มสังคมได้ตั้งแต่ สังคมเล็กระดับครอบครัว จนกระทั่งถึงสังคมที่ใหญ่ระดับประเทศได้ เพราะอาศัยการสื่อสารเป็น พื้นฐาน เมื่อมนุษย์รวมกันอยู่ดำเนินชีวิตร่วมกัน ก็ย่อมตกลงในระเบียบ กติกาต่าง ๆ เพื่อใช้เป็น กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ของสังคม เพื่อให้สังคมนั้น ๆ ดำรงอยู่ได้ และมนุษย์ก็ใช้การสื่อสารซึ่งกันและกัน

เพื่อจะทำความเข้าใจ การที่สังคมมนุษย์ได้รับการพัฒนามาตลอดโดยไม่มีขาดตอน ก็เพราะใช้ การสื่อสารเป็นสายใยแห่งการถ่ายทอดประเพณี วัฒนธรรม ความรู้สึกนึกคิดของคนรุ่นหนึ่งไปสู่คน อีกรุ่นหนึ่ง

2. ความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน การสื่อสารมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อ ชีวิตประจำวัน ในวันหนึ่ง ๆ ตลอดเวลาที่เรตื่นเราสื่อสารตลอดเวลา อาจจะสื่อสารกับตัวเอง สื่อสารกับผู้อื่น ทั้งนี้อาจเป็นคนในครอบครัว ผู้ร่วมงานกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตต่างก็อาศัย การสื่อสารเป็นเครื่องมือทั้งนั้น

3. ความสำคัญต่ออุตสาหกรรมและธุรกิจ การดำเนินอุตสาหกรรมและ ธุรกิจ ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนในการผลิต การจัดจำหน่าย ต่างก็ต้องอาศัยการสื่อสารทุกขั้นตอน นับตั้งแต่การสื่อสารกันระหว่างบุคคลจนกระทั่งถึงการสื่อสารกับมวลชน เช่น การโฆษณา การ ประชาสัมพันธ์ ทั้งนี้จะต้องอาศัยวิธีการสื่อสารโดยเฉพาะในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มา ใช้ในการสื่อสารมากมาย

4. ความสำคัญต่อการปกครอง ในการปกครองไม่ว่าจะเป็นการปกครอง ระดับใด หรือการปกครองระบอบใด ทั้งผู้ปกครองและผู้ถูกปกครอง จะต้องมีการตกลงร่วมกันใน กฎเกณฑ์หรือระเบียบต่าง ๆ ผู้ปกครองต้องเผยแพร่ข่าวสารเหล่านี้ให้ผู้ถูกปกครองทราบทั้งทางตรง และทางอ้อมรวมทั้งประชาชนหรือผู้ถูกปกครองก็ต้องสื่อสารเรื่องต่าง ๆ ไปยังผู้ปกครองด้วย ซึ่งเป็น การสื่อสารทั้งแบบจากบนลงสู่ล่าง และแบบจากล่างขึ้นสู่บน

5. ความสำคัญต่อการเมืองระหว่างประเทศ ประเทศต่าง ๆ ต้องมีการ ติดต่สื่อสารกันทั้งทางด้านการเมือง เศรษฐกิจ การทหาร ปัจจุบันเรามีองค์การในการทำหน้าที่ ติดต่สื่อสาร ข่าวการเมืองระหว่างประเทศ และการสื่อสารมวลชนเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิต ของเรามาก

เกศินี จุฑาวิจิตร (2542) กล่าวว่า การสื่อสารมีความสำคัญและจำเป็นต่อมนุษย์ ทั้งในระดับปัจเจกบุคคลและระดับสังคม ดังนี้

1. การสื่อสารกับปัจเจกบุคคล โดยทั่วไปคนเรามีความต้องการพื้นฐาน ประการหนึ่ง นอกเหนือจากปัจจัยสี่ นั่นคือ ความต้องการที่จะสื่อสารกับเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน ความจำเป็นในด้านการสื่อสาร เป็นความจำเป็นพื้นฐานที่จะต้องมีเพื่อให้ชีวิตอยู่รอด ซึ่งแรงจูงใจที่ จะก่อให้เกิดการสื่อสารกันระหว่างคนเรานี้ อาจจะเป็นแรงจูงใจที่เกิดจากความต้องการอย่างตั้งใจหรือ เป็นแรงจูงใจที่เกิดจากจิตใต้สำนึกก็ได้ แรงจูงใจที่ก่อให้เกิดการสื่อสารระหว่างคนเรา คือ

1.1 เพื่อค้นพบและเรียนรู้ การที่คนเราได้ติดต่อพูดคุยกับบุคคลอื่น จะ ทำให้เกิดการค้นพบตัวเอง เกิดการเรียนรู้และเข้าใจตนเอง เข้าใจบุคคลอื่นมากขึ้น โดยเฉพาะอย่าง ยิงการสื่อสารระหว่างบุคคล ซึ่งเป็นการแลกเปลี่ยนความคิด ความรู้สึก ทำให้เราเรียนรู้ว่าแท้จริง

แล้วความรู้สึกเจ็บปวด ทุกข์ สุขหรือเศร้าของคนเราไม่ได้แตกต่างกัน และนั่นก็เป็นการเรียนรู้ที่จะเอาใจเขามาใส่ใจเรา ส่วนการสื่อสารมวลชน ทำให้เราได้เรียนรู้เกี่ยวกับโลกภายนอก มีความรู้เรื่องเศรษฐกิจการเมือง การพัฒนา กีฬา สิ่งแวดล้อม ฯลฯ ตลอดจนสินค้าและบริการใหม่ ๆ

1.2 เพื่อสร้างความสัมพันธ์ คนทุกคนต้องการที่จะมีความรัก และได้รับความรักจากบุคคลอื่น โดยพื้นฐานนี้จึงเป็นแรงจูงใจสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้มีการติดต่อสื่อสารเพื่อสร้างความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ดังจะเห็นได้ว่าในเวลาที่เราเข้าไปอยู่ในสถานที่แปลกใหม่ ท่ามกลางบุคคลแปลกหน้าโดยไม่ได้พูดคุยกับใครเลย เราจะรู้สึกอึดอัดและไม่สบายใจ

1.3 เพื่อโน้มน้าวใจในการสื่อสารระหว่างบุคคล คู่สื่อสารซึ่งผลัดกันเป็นผู้ส่งสารและผู้รับสาร ต่างก็พยายามที่จะเปลี่ยนความคิด โน้มน้าวทัศนคติและพฤติกรรมของอีกฝ่ายหนึ่งให้คล้อยตาม และเห็นด้วยกับตน

1.4 เพื่อความเพลิดเพลิน แรงจูงใจอีกประการหนึ่งที่เกิดจากการสื่อสารคือต้องการที่จะลดความตึงเครียดหรือแสวงหาความพึงพอใจและความเพลิดเพลิน ในแต่ละวันคนเรามักจะแสวงหาความเพลิดเพลิน และความบันเทิงในรูปแบบที่ตนพอใจ เช่น การฟังเพลง การชมละครโทรทัศน์ ฯลฯ

2. การสื่อสารกับสังคม มนุษย์ใช้การสื่อสารเป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดวัฒนธรรม และกระบวนการขัดเกลาทางสังคมอันทำให้สังคมเกิดขึ้นและดำรงอยู่ได้ เราสามารถจำแนกความสำคัญของการสื่อสารต่อสังคมออกเป็น 8 ด้าน คือ

2.1 ด้านข่าวสาร เป็นการรวบรวม แยกแยะและกระจายข่าว ข้อเท็จจริงและความเห็นซึ่งเป็นการทำให้เราเข้าใจบุคคลอื่น ชุมชนอื่น สถานการณ์ภายใน และภายนอกประเทศ ก่อนที่จะตัดสินใจอย่างเหมาะสมในเรื่องนั้น ๆ

2.2 ด้านการอยู่ร่วมกัน เป็นการสร้างสมความรู้ ความคิดร่วมกัน ซึ่งจะทำให้เราอยู่ในสังคมได้ ด้วยการตระหนักว่า คนแต่ละคนอาจทำตัวให้มีประโยชน์ต่อสังคมได้

2.3 ด้านแรงผลักดัน เป็นการส่งเสริมจุดมุ่งหมายทั้งระยะสั้น และระยะยาว ทั้งของส่วนตัว และสังคม ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นให้ทุกคนมีบทบาท เพื่อจุดมุ่งหมายร่วมกัน

2.4 ด้านการอภิปราย เป็นการให้ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทำให้ปัญหาสังคมชัดเจนขึ้นอันนำไปสู่การสร้างควมตระหนักและมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาาร่วมกัน และเพื่อให้ประชาชนสนใจปัญหาของชุมชน

2.5 ด้านการศึกษา เป็นการกระจายความรู้ความเข้าใจเพื่อพัฒนาสติปัญญา สร้างลักษณะนิสัยและทักษะ ตลอดจนถ่ายทอดมรดกทางสังคม

2.6 ด้านความก้าวหน้า เป็นการเผยแพร่ผลงานทางศิลปวัฒนธรรม การรักษามรดกทางวัฒนธรรม และการทำให้เราองกงามขึ้นด้วยการปลูกจินตนาการให้ตื่น และกระตุ้นความปรารถนาที่จะสร้างสรรค์ความงาม

2.7 ด้านบันเทิง เป็นการเผยแพร่ละคร วรรณกรรม กีฬาและกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อการพักผ่อนทั้งในแง่ส่วนตัวและส่วนรวม

2.8 ด้านความสามัคคี เป็นการให้โอกาสผู้คน กลุ่มชนและเชื้อชาติต่าง ๆ ได้แสวงหาข้อมูลจากแหล่งที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้พวกเขารู้จักและเข้าใจความคิดเห็นและความใฝ่ฝันของกันและกัน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2542) ระบุถึงความสำคัญของการสื่อสารไว้ว่า การสื่อสารเป็นพฤติกรรมของมนุษย์ที่แสดงออกควบคู่กับพฤติกรรมอื่น ๆ ที่เป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต เพื่อตอบสนองความต้องการทางร่างกาย เช่น การกินอยู่หลับนอน การเสาะแสวงหาเครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค แต่บทบาทที่สำคัญของการสื่อสาร คือ การสืบทอดส่งต่อวัฒนธรรม หากไม่มีการสื่อสารแล้ว มนุษย์ในแต่ละยุคแต่ละสมัยย่อมไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ สิ่งที่ควรปฏิบัติกรปรับตนให้เข้ากับธรรมชาติ การรู้จักใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ตลอดจนมรดกตกทอดอื่น ๆ การสื่อสารทำให้มนุษย์สามารถพัฒนาชีวิตและความเป็นอยู่ต่อ ๆ กันไปได้ในแต่ละชั่วอายุคน

กิติมา สุรสนธิ (2548) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการ (Process) ที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ทั้งในด้านการดำเนินชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และการศึกษา จนอาจกล่าวได้ว่าการสื่อสารเป็นฟันเฟืองของเครื่องจักรกลแห่งสังคมที่ทำให้สังคมดำเนินไปได้อย่างไม่หยุดยั้ง เนื่องจากการสื่อสารเป็นทั้งเครื่องมือ (Instrument) และวิธีการ (Means) ในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างใดอย่างหนึ่งทั้งต่อปัจเจกบุคคล ต่อองค์กร และสังคม ดังนั้น เราจึงไม่อาจปฏิเสธได้ว่าการสื่อสารเป็นสถาบันหนึ่งของสังคมที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ระบุว่า กิจกรรมในชีวิตประจำวันของคนส่วนใหญ่ขาดไม่ได้ คือ การสื่อสาร เราใช้การสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจให้เกิดขึ้นระหว่างกันและกัน ทั้งในด้านการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม เศรษฐกิจ และการศึกษาจากความสำคัญของการสื่อสารที่กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า การสื่อสารมีความสำคัญ ดังนี้

1. ความสำคัญต่อความเป็นสังคม เมื่อมนุษย์อยู่ร่วมกันในสังคมต้องอาศัยการสื่อสารเป็นพื้นฐานเพื่อทำความเข้าใจกัน และดำเนินชีวิตร่วมกัน
2. ความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน ในการดำรงชีวิตประจำวันย่อมต้องอาศัยการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการติดต่อกับผู้อื่น
3. ความสำคัญต่ออุตสาหกรรมและธุรกิจ ในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมต้องอาศัยการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ เช่น การประชาสัมพันธ์ การสอบถามความคิดเห็น เป็นต้น

4. ความสำคัญต่อการปกครอง ระเบียบ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ย่อมต้องอาศัย การสื่อสารเป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดให้ประชาชนได้รับทราบและเข้าใจ ในระเบียบ กฎเกณฑ์ และเผยแพร่ข่าวสารต่าง ๆ เพื่อความสงบเรียบร้อยของบ้านเมือง

5. ความสำคัญต่อการเมืองระหว่างประเทศ ในการสานความสัมพันธ์กับ ประเทศต่าง ๆ การสื่อสารมีความจำเป็นอย่างมาก เช่น การแลกเปลี่ยนข่าวสาร และความคิดเห็น กัน

จากการศึกษาความสำคัญของการสื่อสาร ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสื่อสารเป็นพื้นฐาน สำคัญของมนุษย์เพราะเป็นแนวทางหนึ่งที่เราใช้ติดต่อ สื่อสารกับบุคคลอื่น เพื่อก่อให้เกิดการ เชื่อมโยงในหลายส่วนของชีวิตอย่างมีความหมาย

2.5.3 ประเภทของการสื่อสาร

วูด (Wood. 2000) กล่าวถึง ประเภทของการสื่อสาร แบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การสื่อสารภายในตัวบุคคล (Intrapersonal Communication) เป็นการสื่อสารกับตัวเองเพื่อทำความเข้าใจในข้อมูล
2. การสื่อสารระหว่างบุคคล (Interpersonal Communication) เป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลสองคนให้มีความเข้าใจตรงกัน
3. การสื่อสารเป็นกลุ่มหรือทีม (Group and Team Communication) เป็นการสื่อสารระหว่างฝ่ายหนึ่งที่เป็นบุคคล กับกลุ่มย่อยหลายคนที่เป็นผู้รับ สาร ซึ่งการสื่อสารแบบนี้มีส่วนทำให้การตัดสินใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งของกลุ่มหรือทีมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
4. การสื่อสารสาธารณะ (Public Communication) เป็นการสื่อสารในที่สาธารณะที่มีผู้รับสารจำนวนมาก และผู้ส่งสารจำเป็นต้องพูดด้วยเสียงอันดัง

ไซเลอร์ และบีออล (Seiler; & Beall. 2002) ได้จำแนกประเภทของการสื่อสารไว้ 3 ประเภท ดังนี้

1. การสื่อสารภายในตัวบุคคล (Intrapersonal Communication) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลที่จะใช้ในการสื่อสารกับตัวเองก่อนที่จะสื่อสารกับผู้อื่น
2. การสื่อสารระหว่างบุคคล (Interpersonal Communication) เป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลสองคนหรือมากกว่านั้น การสื่อสารระหว่างบุคคลนี้ เป็นเครื่องมือที่ทำให้เราสามารถถ่ายทอดข้อมูลระหว่างกัน แก้ปัญหาข้อขัดแย้งต่าง ๆ ร่วมกัน อันจะช่วยเสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลให้แน่นแฟ้นยิ่งขึ้น

3. การสื่อสารสาธารณะ (Public Communication) เป็นการสื่อสารที่มีการถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารจากบุคคลหนึ่งไปยังบุคคลอื่นจำนวนมาก เช่น การพูดในที่ประชุม การบรรยายในห้องเรียนหรือการพูดในที่ชุมนุม เป็นต้น

ทับส์และมอสส์ (Tubbs; & Moss. 2003) จำแนกการสื่อสารไว้ 5 ประเภท ดังนี้

1. การสื่อสารระหว่างบุคคล (Interpersonal Communication) เป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลสองคนที่มีคนหนึ่งเป็นผู้ส่งสารและอีกคนหนึ่งเป็นผู้รับสาร ถือเป็นสื่อสารที่เราใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวัน

2. การสื่อสารกลุ่มเล็ก (Small-Group Communication) เป็นการสื่อสารภายในกลุ่มที่มีสมาชิกตั้งแต่ 3 คนขึ้นไป ซึ่งมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกัน โดยผ่านช่องทาง การพูด หรือการใช้ท่าทาง เพื่อช่วยสร้างความเข้าใจที่ตรงกัน

3. การสื่อสารสาธารณะ (Public Communication) เป็นการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับการพูดสาธารณะที่มีผู้ฟังจำนวนมาก เช่น การพูดในที่ประชุมขนาดใหญ่หรือในชั้นเรียน ซึ่งผู้พูดต้องมีการเตรียมตัวเป็นอย่างดี

4. การสื่อสารองค์กร (Organizational Communication) เป็นการสื่อสารภายในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งหากมีการสื่อสารขององค์กรที่ดีย่อมส่งผลให้การทำงานที่ต่าง ๆ ในองค์กรมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5. การสื่อสารมวลชน (Mass Communication) เป็นการสื่อสารที่มีผู้รับสารจำนวนมาก ซึ่งต้องผ่านสื่อกลางทั้งที่อยู่ในรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์หรือสื่อโฆษณาทางโทรทัศน์ วิทยุ โทรทัศน์ (2536) แบ่งประเภทของการสื่อสารตามหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้ 3 ประเภท ดังนี้

1. การจำแนกประเภทโดยใช้จำนวนของผู้ทำการสื่อสารเป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 การสื่อสารภายในตัวบุคคล เกิดขึ้นเมื่อเราสื่อความหมายกับตัวเอง โดยมีการสื่อสารกับตัวเองได้ 4 ระดับ คือ สื่อสารด้วยการคิด วจนภาษา อวจนภาษา และเสียงพูด

1.2 การสื่อสารระหว่างบุคคล เป็นการสื่อสารกับผู้อื่น อาจจะเป็นคนเดียวหรือกลุ่มเล็ก ๆ เราใช้ทั้งวจนภาษา อวจนภาษาและเสียง การสื่อสารกับผู้อื่นนั้นเป็นวัฏจักร มีกระบวนการหลายระดับ ซึ่งเป็นการยากที่จะบอกว่าใครเป็นผู้ทำให้เกิดการสื่อสาร

1.3 การสื่อสารกับมวลชน เป็นการสื่อสารที่มีผู้รับสารเป็นจำนวนมาก ซึ่งรับสารจากผู้ส่งเพียงผู้เดียว แตกต่างจากการสื่อสารระหว่างบุคคลตรงที่ว่าจำนวนและวิธีการใน

การสื่อสารเป็นสำคัญในการสื่อสารกับมวลชน ถ้าส่งด้วยการพูดผู้พูดต้องใช้เสียงอันดังและการพูดต้องมีติดต่อกันไปเรื่อย ๆ ถ้าเราเป็นผู้พูดเราก็ต้องมีหน้าที่รับผิดชอบต่อการพูดอันยาวนานและจำนวนของคนฟังเป็นเงื่อนไขว้รองลงมา

2. การจำแนกประเภทโดยใช้ลักษณะวิธีการติดต่อระหว่างผู้รับสาร (Receiver) และผู้ส่งสาร (Sender) เป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 การสื่อสารระบบทางเดียว (One-Way Communication) คือ การสื่อสารในลักษณะที่ผู้ให้การสื่อสารไม่เปิดโอกาสให้ผู้รับสารได้เป็นฝ่ายให้การสื่อสาร เป็นการแลกเปลี่ยนกันทั้งไม่เอาใจใส่ต่อการแสดงปฏิกิริยาอันกลับ (Feedback) ของอีกฝ่ายหนึ่ง เพื่อใช้ในการปรับปรุงการติดต่อสื่อสารให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การสื่อสารโดยผ่านเครื่องมือสื่อสารบางประเภท เช่น วิทยุ โทรทัศน์หนังสือพิมพ์ หรือการออกคำสั่งแบบทหารไม่เปิดโอกาสให้ผู้รับคำสั่งมีโอกาสถามหรือโต้แย้ง

2.2 การสื่อสารระบบทางคู่ (Two-Way Communication) คือ การสื่อสารที่มีทั้งให้และรับข่าวสารระหว่างกัน ทั้งผู้ให้การสื่อสารก็เป็นผู้รับสารในขณะเดียวกันกับที่ผู้รับสารได้กลับเป็นผู้ให้การสื่อสาร เช่น การติดต่อสื่อสารโดยผ่านเครื่องมือในการสื่อสารบางประเภท เช่น โทรทัศน์หรือการพูดคุยกัน หรือการออกคำสั่งโดยให้อีกฝ่ายมีโอกาสถามหรือโต้แย้งได้

3. การจำแนกประเภทโดยใช้ภาษาเป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 การสื่อสารเชิงวัจนะ (Verbal Communication) หมายถึง การสื่อสารที่ผู้รับสารใช้ภาษาพูดและ/หรือเขียนในการสื่อสาร หัวใจสำคัญของการสื่อสารประเภทนี้อยู่ที่การใช้ภาษาพูดหรือภาษาเขียน (ที่เป็นคำ) ในการสื่อสาร

3.2 การสื่อสารเชิงอวัจนะ (Nonverbal Communication) หมายถึง การสื่อสารที่ผู้สื่อสารใช้รหัสหรือสัญลักษณ์อย่างอื่น ซึ่งไม่ใช่ภาษาพูดหรือภาษาเขียนในการสื่อสาร ซึ่งอาจมีชื่อเรียกเป็นอย่างอื่น เช่น ภาษาท่าทาง ภาษากาย เป็นต้น

วรรณิ โสมประยูร (2537) กล่าวว่า การสื่อสารสามารถจำแนกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. การสื่อสารแบบทางเดียว (One-way Communication) เป็นกระบวนการสื่อสารที่ไม่เปิดโอกาสให้ผู้รับสาร (นักเรียน) ส่งผลย้อนกลับไปยังผู้ส่งสาร (ผู้สอน) หรือตอบโต้ข่าวสารกันอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น หากเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนจึงส่งผลให้ไม่สามารถทำความเข้าใจร่วมกันได้

2. การสื่อสารแบบสองทาง (Two-way Communication) เป็นกระบวนการสื่อสารที่เปิดโอกาสให้ผู้รับสาร (นักเรียน) สามารถส่งผลการตีความหมายของตน

ย้อนกลับไปยังผู้ส่งสาร (ผู้สอน) ได้ทันทีเกิดการตอบสนองซึ่งกันและกัน มีโอกาสตั้งข้อสงสัย ซักถาม หรือโต้แย้ง อภิปรายหาข้อยุติข้อมูลย้อนกลับที่ได้จึงเปลี่ยนเป็นข่าวสารชุดใหม่ โดยผู้รับสารจะสลับหน้าที่เป็นผู้ส่งสารและผู้รับสารจะเป็นผู้รับสาร

เกศินี จุฑาวิจิตร (2542) ได้จำแนกประเภทของการสื่อสารโดยใช้จำนวนของผู้สื่อสารเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. การสื่อสารภายในตนเอง (Intrapersonal Communication) เป็นการสื่อสารกับตนเอง เช่น การคิด การไตร่ตรองหาเหตุผล การวิเคราะห์ การทบทวนเรื่องที่พูดหรือเขียน การร้องเพลงฟังคนเดียว ซึ่งทั้งหมดนั้นจะมีผู้สื่อสารเพียงคนเดียว บุคคลผู้นั้นทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ส่งสารและผู้รับสาร
2. การสื่อสารระหว่างบุคคล (Interpersonal Communication) เป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลสองหรือสามคน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกัน เช่น การพูดคุยกันแบบเห็นหน้าค่าตา การใช้โทรศัพท์คุยกัน เป็นต้น
3. การสื่อสารกลุ่มย่อย (Small Group Communication) เป็นการสื่อสารภายในกลุ่มคนจำนวนหนึ่ง ซึ่งผู้ส่งสารและผู้รับสารสามารถที่จะพูดคุยโต้ตอบกันได้โดยตรงและทั่วถึง เช่น การสื่อสารในการประชุมสัมมนา เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ กระตุ้น และร่วมกันแก้ไขปัญหา
4. การสื่อสารกลุ่มใหญ่ (Large Group Communication) เป็นการสื่อสารระหว่างคนจำนวนมาก ซึ่งอยู่ในสถานที่เดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน โดยอาจจะใช้สื่อสโตนัทพ์เข้าช่วย เช่น การใช้โทรทัศน์วงจรปิดในการสอนนักศึกษาจำนวนมากที่มีหลายห้องเรียน การสื่อสารในกลุ่มใหญ่นี้ ได้แก่ การอภิปรายในหอประชุม การปราศรัยหาเสียง เป็นต้น โอกาสที่ผู้ส่งสารและผู้รับสารจะสื่อสารกันได้อย่างโดยตรงและทั่วถึงกันมีน้อยมากและขาดลักษณะของการสื่อสารแบบตัวต่อตัว
5. การสื่อสารมวลชน (Mass Communication) เป็นการสื่อสารที่ผู้ส่งสาร ซึ่งอาจจะมีมากกว่า 1 คน ส่งข่าวสารไปยังผู้รับสารที่มีเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาศัยอยู่ในสถานที่ต่าง ๆ ทั่วไกลกันได้อย่างรวดเร็ว ภายในระยะเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน โดยผ่านทางสื่อมวลชนต่าง ๆ เช่น โทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ เป็นต้น การสื่อสารแบบนี้ผู้ส่งสารไม่สามารถทราบปฏิกิริยาของผู้รับสารได้อย่างทันทีทันใด

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช (2542) ได้แบ่งประเภทของการสื่อสารโดยยึดผู้รับสารเป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การสื่อสารระหว่างบุคคล หมายถึง การสื่อสารเฉพาะหน้าตัวต่อตัว ระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสารเพื่อกระชับความสัมพันธ์ที่มีต่อกัน เช่น การทักทาย การสนทนา การสัมภาษณ์ ฯลฯ

2. การสื่อสารกลุ่ม หมายถึง การสื่อสารระหว่างฝ่ายหนึ่งที่เป็นบุคคลหรือองค์กรกับคนอื่นอีกหลายคนที่เป็นผู้รับสาร ทั้งในรูปแบบที่สามารถมองเห็นหน้ากัน หรือเฉพาะหน้าและในแบบที่ไม่เฉพาะหน้า แต่ทุกคนต่างมีความสนใจร่วมกันในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มีการแสดงออกร่วมกัน มีลักษณะร่วมบางประการด้วยกัน มีวัตถุประสงค์ร่วมกัน

3. การสื่อสารมวลชน หมายถึง การสื่อสารไปยังคนหมู่มากเป็นการแลกเปลี่ยนข่าวสารกับคนกลุ่มใหญ่ ซึ่งยากที่จะแยกแยะออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ได้ ลักษณะของผู้รับสารที่จะแยกแยะว่าเป็นใคร มีลักษณะผสมปนเปกันมาก จากการที่นักวิชาการและนักการศึกษาได้จำแนกประเภทของการสื่อสาร สรุปได้ว่า การสื่อสารสามารถจำแนกตามเกณฑ์ต่าง ๆ กัน ดังนี้

1. การสื่อสารโดยใช้จำนวนของผู้สื่อสารเป็นเกณฑ์แบ่งออกเป็น 3

ประเภท

1.1 การสื่อสารภายในตนเอง เป็นการสื่อสารกับตัวเองด้วยการคิด การพูด การเขียน

1.2 การสื่อสารระหว่างบุคคล เป็นการสื่อสารกับผู้อื่นเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นและสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกัน

1.3 การสื่อสารมวลชน เป็นการสื่อสารกับคนหมู่มากเพื่อแลกเปลี่ยนข่าวสาร

2. การสื่อสารโดยใช้ลักษณะวิธีการติดต่อระหว่างผู้รับสารและผู้ส่งสารเป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1 การสื่อสารทางเดียว เป็นการสื่อสารที่ไม่เปิดโอกาสให้ผู้รับสารได้ส่งผลย้อนกลับ ทำให้ไม่มีโอกาสได้ซักถามหรือโต้แย้ง

2.2 การสื่อสารสองทาง เป็นการสื่อสารที่เปิดโอกาสให้ผู้รับสารได้ส่งผลย้อนกลับ ทำให้เกิดการตอบสนองกันสามารถซักถามหรือโต้แย้งได้

3. การสื่อสารโดยใช้ภาษาเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

3.1 การสื่อสารเชิงวัจนะ เป็นการสื่อสารที่ผู้สื่อสารใช้ภาษาพูด หรือภาษาเขียนในการสื่อสาร

3.2 การสื่อสารเชิงอวัจนะ เป็นการสื่อสารที่ผู้สื่อสารใช้รหัสหรือสัญลักษณ์อย่างอื่นที่ไม่ใช่ภาษาพูดหรือภาษาเขียนในการสื่อสาร เช่น ท่าทาง ภาษามือ เป็นต้น

จากการศึกษาประเภทของการสื่อสาร ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสื่อสาร แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) การสื่อสารภายในตัวบุคคล 2) การสื่อสารระหว่างบุคคล 3) การสื่อสารเป็นกลุ่มหรือทีม และ 4) การสื่อสารสาธารณะ

2.5.4 องค์ประกอบของการสื่อสาร

วอลตัน และเจฟฟรีย์ (Walton; & Jeffrey, 1995) อธิบายถึงองค์ประกอบทั่วไปของการสื่อสาร มีอยู่ 6 ประการ ดังนี้

1. ผู้ส่งสาร (Sender) คือ ผู้ที่มีข้อมูลข่าวสารและพร้อมที่จะส่งไปยังบุคคลอื่น
2. การเข้ารหัส (Encoding) เป็นการกระทำที่ผู้ส่งสารถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารให้ผู้รับสารมีความเข้าใจที่ชัดเจน
3. สาร (Message) เป็นข้อมูลข่าวสารที่ผู้ส่งสารถ่ายทอดไปยังผู้รับสาร
4. การถอดรหัส (Decoding) เป็นการกระทำที่ผู้รับสารทำการตีความและแปลความข่าวสารที่ได้รับมาให้เข้าใจ
5. ผู้รับสาร (Receiver) เป็นผู้ที่ได้รับข้อมูลข่าวสารจากผู้ส่งสาร
6. ผลป้อนกลับ (Feedback) เป็นผลที่ผู้รับสารตอบกลับมายังผู้ส่งสาร ซึ่งทำให้ผู้ส่งสารทราบว่าผู้รับสารมีทัศนคติ และความเชื่อในสารนั้นเช่นไร รวมถึงทำให้ทราบว่าผู้รับสารมีความเข้าใจในสารที่ได้รับหรือไม่

เวอร์เดอร์เบอร์ (Verderber, 1996) กล่าวถึงองค์ประกอบของการสื่อสาร ดังนี้

1. ผู้สื่อสาร (Participants) ในการสื่อสารหนึ่ง ๆ ต้องมีผู้สื่อสารสองฝ่ายเสมอ คือผู้ส่งสารและผู้รับสาร เช่น ในการสื่อสารระหว่างบุคคล ผู้ส่งสารซึ่งทำหน้าที่ส่งข้อมูลข่าวสารไปยังผู้รับสารโดยผ่านทาง การพูดจาหรือการแสดงท่าทาง จากนั้นผู้รับสารก็จะมีหน้าที่รับสารพร้อมตอบสนองกลับแก่ผู้ส่งสาร
2. สาร (Message) เป็นเรื่องราวที่มีความหมาย ซึ่งถูกถ่ายทอดจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร
3. ช่องทางการสื่อสาร (Channel) เป็นเส้นทางการเดินทางของสารหรือพาหนะของสาร ซึ่งสารจะถูกส่งผ่านทางประสาทสัมผัส เช่น เมื่อมีการสื่อสารระหว่างบุคคลจะมีการสื่อสารสองช่องทาง ได้แก่ การสื่อสารทางวาจาและการใช้ท่าทาง โดยมีเสียงและแสงเป็นพาหนะของสารตามลำดับ
4. ผลป้อนกลับ (Feedback) เป็นผลที่ผู้รับสารตอบกลับมายังผู้ส่งสาร ซึ่งทำให้ผู้ส่งสารทราบว่าผู้รับสารมีความเข้าใจในสารที่ได้รับมากน้อยเพียงใด

ไซเลอร์และบ็อล (Seiler; & Beall, 2002) กล่าวว่า การสื่อสารมีองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญอยู่ 6 ประการ ดังนี้

1. แหล่งข่าวหรือผู้สื่อสาร (Source) เป็นผู้สร้างข้อมูลข่าวสาร เพื่อใช้ในการสื่อสาร ซึ่งในการสื่อสารหนึ่ง ๆ อาจมีแหล่งข่าวมากกว่าหนึ่งแหล่ง
2. สาร (Message) เป็นข้อมูลข่าวสารที่ถูกสร้างโดยแหล่งข่าว
3. สื่อหรือช่องทางในการนำสาร (Channel) เป็นตัวกลางที่ช่วยถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารจากแหล่งข่าวหรือผู้สื่อสารไปยังผู้รับสาร
4. ผู้รับสาร (Receiver) เป็นผู้ที่ได้รับสารจากผู้สื่อสาร จากนั้นผู้รับสารต้องมีการวิเคราะห์ตีความ หรือแปลความข่าวสารนั้นให้เข้าใจ ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า “การถอดรหัส”
5. ผลป้อนกลับ (Feedback) เป็นผลที่ผู้รับสารตอบกลับมายังผู้ส่งสาร ซึ่งผลป้อนกลับนี้ทำให้ผู้ส่งสารทราบว่า ผู้รับมีความเข้าใจในสารที่ส่งไปหรือไม่
6. สภาพแวดล้อม (Environment) เป็นบรรยากาศของสถานที่ที่ทำการสื่อสารไม่ว่าจะเป็นขนาดห้อง การตกแต่ง และอุณหภูมิภายในห้อง ซึ่งล้วนมีผลต่อทัศนคติ ความรู้สึก และความสัมพันธ์ระหว่างผู้ที่ทำการสื่อสาร

มณฑล ไบบัว (2536) กล่าวถึงองค์ประกอบอย่างน้อย 4 ประการของการสื่อสาร ได้แก่

1. ผู้ส่งสาร (Sender) คือ บุคคลซึ่งเป็นผู้เริ่มต้นสร้างและส่งสารไปยังผู้อื่น หมายถึง ผู้ส่งสารก็คือผู้เริ่มต้นการสื่อสารนั่นเอง ในการสื่อสารครั้งหนึ่ง ๆ นั้น ผู้ส่งสารจะทำหน้าที่เข้ารหัส (Encoding) อันเป็นการแปลเอกสารให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ที่มนุษย์คิดสร้างขึ้นแทนความคิด ผู้ส่งสารอาจจะเป็นบุคคล กลุ่มบุคคล องค์กร การ สถาบันก็ได้ ในการอภิปราย ผู้ส่งสารอาจมีมากกว่าหนึ่งคน ในการสื่อสารสาธารณะผู้ส่งสารอาจมีได้ส่งสารในฐานะที่เป็นตัวของตัวเอง หากแต่ส่งสารในฐานะที่เป็นตัวแทนของหน่วยงานหรือสถาบันใดสถาบันหนึ่ง ผู้ส่งสารในกระบวนการสื่อสารมวลชนก็คือ ตัวแทนขององค์การเกี่ยวกับการสื่อสารมวลชน ซึ่งนอกจากจะส่งสารในฐานะที่เป็นตัวของตัวเองแล้ว ก็ยังมีความรับผิดชอบในฐานะที่เป็นตัวแทนของสถาบันการสื่อสารมวลชนนั้นด้วย
2. สาร (Message) คือ เรื่องราวอันมีความหมายและแสดงออกมาโดยอาศัยภาษาหรือสัญลักษณ์ใด ๆ ก็ตามที่สามารถทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกันได้ สารจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้ส่งสารเกิดความคิดขึ้นและต้องการจะส่งสารนั้น โดยการที่ผู้ส่งสารแสดงพฤติกรรมที่เรียกว่า การเข้ารหัส (Encode) เพื่อแทนความคิดที่เกิดขึ้น เช่น พูด เขียน วาด แสดงท่าทางต่าง ๆ

3. ช่องทางหรือสื่อ (Channel or Medium) หมายถึง การเข้ารหัส และการถอดรหัสหรือสิ่งที่นำสาร เช่น คลื่นแสง คลื่นเสียง วิทยุ โทรเลข โทรศัพท์ หนังสือพิมพ์ เป็นต้น และยังหมายถึงพาหนะของสิ่งที่ส่งสาร เช่น อากาศ อีกด้วย ในการสื่อสาร สารจะถูกส่งไปยังผู้รับโดยผ่านช่องทางหรือประสาทสัมผัสทางใดทางหนึ่งหรือหลายทาง ดังต่อไปนี้ คือ การเห็น การได้ยิน การสัมผัส การลิ้มรส และการได้กลิ่น ดังนั้นในการสื่อสารผู้ส่งจึงควรคำนึงถึงสื่อหรือช่องทางที่จะนำสารไปยังผู้รับ ทั้งนี้เพื่อจะทำให้สารนั้นถึงผู้รับอย่างสมบูรณ์ที่สุด

4. ผู้รับสาร (Receiver) ผู้รับสารอาจจะมีคนเดียว เช่น การสนทนาของคนสองคนหรืออาจจะเป็นกลุ่มบุคคล เช่น กลุ่มผู้ฟังการบรรยายหรือผู้ชมการแสดงหรืออาจจะเป็นมวลชน เช่น ผู้ชมรายการโทรทัศน์ ผู้ฟังวิทยุ หรือผู้อ่านหนังสือพิมพ์ ไม่ว่าผู้รับสารจะเป็นจำนวนเท่าไร ผู้รับสารต่างก็มีบทบาทขั้นพื้นฐานอยู่ 2 ประการ คือ การกำหนดรู้ความหมายตามเรื่องราวที่ผู้ส่งสารผ่านสื่ออย่างใดอย่างหนึ่งมาถึงตนและการแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อผู้ส่งสาร

บุญศรี ปราบณศักดิ์ และศิริพร จิรวัดน์กุล (2538) อธิบายว่า การสื่อสารของมนุษย์มีองค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. ผู้สื่อสาร การสื่อสารใด ๆ ก็ตามจะต้องมีผู้สื่อสารสองฝ่ายขึ้นไปเสมอ ซึ่งผู้สื่อสารอาจเป็นได้ทั้งรายบุคคล เป็นกลุ่มหรือสื่อสารในนามของสถาบันก็ได้ การสื่อสารระหว่างบุคคล เช่น แม่พูดกับลูก การสื่อสารระหว่างบุคคลกับกลุ่ม เช่น อาจารย์บรรยายให้นักศึกษาฟังในชั้นเรียน การสื่อสารระหว่างสถาบันกับบุคคล เช่น สมาคมพยาบาลส่งจดหมายรายงานผลงานประจำปีแก่สมาชิกเป็นรายบุคคล การสื่อสารระหว่างสถาบันต่อสถาบัน เช่น คณะเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลหนึ่งส่งบัตรอวยพรปีใหม่แก่อีกโรงพยาบาลหนึ่ง จะเห็นว่ามีบุคคล กลุ่มคน หรือองค์กรอยู่สองฝ่ายเสมอ แม้แต่การสื่อสารภายในตัวบุคคล (Intrapersonal Communication) เช่น การคิดคนเดียว พูดคนเดียว ร้องเพลงคนเดียว ก็เกิดระหว่างระบบรับแลถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารภายในตัวบุคคลซึ่งเป็นสองฝ่ายเช่นเดียวกัน

2. เรื่องราวที่สื่อสารกัน ในการสื่อสารผู้สื่อสารจะต้องมีเรื่องราวข่าวสารบางอย่าง ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อมูล ความรู้ ความรู้สึก ความคิดเห็น ความต้องการ ฯลฯ ที่แสดงออกให้อีกฝ่ายหนึ่งเข้าใจ จะมีค่าสองค่าที่เกี่ยวกับเรื่องราวที่สื่อสารกัน คือ

2.1 สาร (Message) หมายถึง สิ่งเร้าหรือสาระเรื่องราวที่ผู้สื่อสารส่งออกไป สารอาจเป็นความคิดหรือเรื่องราวที่ส่งผ่านไปตามสื่อ ถือได้ว่าสารเป็นผลผลิตของผู้สื่อสารในรูปแบบที่สามารถส่งไปให้ผู้อื่นรับรู้ได้ กล่าวอีกนัยหนึ่ง สารคือ เรื่องราวอันมีความหมายและแสดงออกมาโดยอาศัยภาษาหรือสัญลักษณ์ใด ๆ ก็ตามที่สามารถทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกันได้

2.2 สารสนเทศหรือสารนิเทศหรือข้อมูลข่าวสาร (Information) สามคำนี้ใกล้เคียงกับคำว่าสารมาก แต่มุ่งเน้นที่ลักษณะเนื้อหาของสาร (Nature of Content) เป็น

สำคัญ กล่าวคือ สารที่เราส่งออกมาจะมีทั้งส่วนที่เป็นเนื้อหาบางส่วนที่เป็นรูปของสัญลักษณ์หรือสัญลักษณ์ เฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อหาเท่านั้นที่เราเรียกว่าสารสนเทศ สารนิเทศ หรือข้อมูลข่าวสาร ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของเรามาก คนเรายังมีสารสนเทศมากเพียงใดก็จะช่วยลดความไม่แน่นอนได้มากเพียงนั้น สารสนเทศที่ถูกต้องทันสมัยและเพียงพอ ช่วยให้คนเราตัดสินใจได้เหมาะสมถูกต้อง

3. ช่องทางหรือสื่อเป็นองค์ประกอบสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะเป็นตัวเชื่อมระหว่างผู้สื่อสาร คือ ช่องทาง (Channels) หรือสื่อ (Media) ช่องทางหรือสื่อทำหน้าที่นำสารจากฝ่ายหนึ่งไปยังอีกฝ่ายหนึ่ง กล่าวให้ง่ายว่า ช่องทาง หมายถึง ทางที่ทำให้ผู้สื่อสารติดต่อกันได้ ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย ส่วนสื่อ หมายถึง สิ่งที่ยิงหรือนำเอาสารให้เคลื่อนที่ไปได้แก่ คลื่นแสง คลื่นเสียง อากาศ และอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น วิทยุ โทรเลข โทรศัพท์ โทรทัศน์ หนังสือ จดหมาย ฯลฯ

4. ผลของการสื่อสาร เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีความหมายร่วมกันระหว่างผู้สื่อสาร โดยปกติแล้วในการสื่อสารส่วนใหญ่ ซึ่งคนเราตั้งใจส่งสารออกไปนั้น เราจะมีเจตนาหรือวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งเสมอ ฉะนั้นจึงมีผลของการสื่อสารที่คาดหวังจะให้เกิด เช่น ต้องการให้สารนั้นส่งถึงคู่สื่อสารของเราต้องการให้เขาเข้าใจความหมายตรงกับที่เราเข้าใจ ต้องการให้เขาทำหรือคิดหรือเปลี่ยนแปลงอะไรตามความประสงค์ของเรา สมฤทธิ์ผลของการสื่อสารจะเกิดสูงสุดเมื่อการรับรู้ความหมายของผู้รับตรงกับความหมายของสารที่ผู้ส่งทำการสื่อสารออกไป

พูนทรัพย์ สิทธิพรหม (2539) กล่าวว่า องค์ประกอบของการสื่อสารว่ามีองค์ประกอบพื้นฐานอยู่ 4 ประการ คือ

1. ผู้ส่งสาร (Sender) คือ ผู้เริ่มต้นสร้างและส่งสารไปยังผู้อื่นด้วยการเข้ารหัส ซึ่งอาจจะเป็นการใช้ภาษาวิจนะหรืออวิจนะเพื่อเกิดการรับรู้ร่วมกัน
2. สาร (Message) คือ สิ่งที่ผู้ส่งสารส่งไปให้ผู้รับสาร เป็นเรื่องราวต่าง ๆ ในรูปของข้อมูลความรู้สึก ความคิดเห็นอันเป็นพฤติกรรมที่ผู้ส่งสารเร้าให้ผู้รับสารเกิดการรับรู้ในความหมายให้ตรงกัน

3. ช่องทางหรือสื่อ (Channel or Medium) เป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งของการสื่อสารเพราะเป็นตัวกลางที่จะนำสารสู่ผู้รับสาร

4. ผู้รับสาร (Receiver) ผู้ที่รับสารจากบุคคลหนึ่งหรือกลุ่มบุคคลหนึ่ง เมื่อได้รับสารผู้รับสารจะเกิดการตีความและการตอบสนองจะโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ตาม

กิดานันท์ มลิทอง (2543) กล่าวว่า องค์ประกอบของการสื่อสาร มีดังนี้

1. ผู้ส่ง ผู้สื่อสาร หรือต้นแหล่งของการส่ง (Sender, Communicator or Source) เป็นแหล่งหรือผู้ที่นำข่าวสารเรื่องราว แนวความคิด ความรู้ ตลอดจนเหตุการณ์ต่าง

ๆ เพื่อส่งไปยังผู้รับ โดยอยู่ในลักษณะต่าง ๆ เช่น ผู้อ่านข่าว ครู นักร้อง นักเขียน จิตรกร ฯลฯ เป็นผู้นำเนื้อหาเรื่องราวของข่าว บทความ ภาพ ฯลฯ มาเสนอแก่ผู้รับโดยการใช้ภาษาหรือใช้วิธีการอื่น ๆ เพื่อให้ผู้รับเข้าใจการกระทำดังกล่าว เรียกว่า “การเข้ารหัส” (Encode)

2. เนื้อหาเรื่องราว (Message) ได้แก่ เนื้อหาของสารหรือเรื่องราวที่ส่งออกมา เช่น ความรู้ความคิด ข่าวสาร บทเพลง ข้อเขียน ภาพ ฯลฯ เพื่อให้ผู้รับรับข้อมูลเหล่านั้น

3. สื่อหรือช่องทางในการนำสาร (Media or Channel) หมายถึง ตัวกลางที่ช่วยถ่ายทอดแนวความคิด เหตุการณ์ เรื่องราวต่าง ๆ ผู้ส่งต้องการให้ไปถึงผู้รับ สื่อที่ใช้กันมากที่สุด คือ “ภาษาพูด” ซึ่งใช้เสียงเป็นสื่อ เวลาเขียนหรืออ่านหนังสือ สื่อที่ใช้คือ “ภาษาเขียน” หรือถ้ามีการสื่อความหมายกับคนใบ้ก็ใช้สื่อเป็น “ภาษามือ” กิริยาท่าทางหรือการแสดงออกทางท่าทางหน้าตา

4. ผู้รับหรือกลุ่มเป้าหมาย (Receiver or Target Audience) ได้แก่ ผู้รับเนื้อหาเรื่องราวจากแหล่งหรือผู้ส่งส่งมา ผู้รับนี้อาจเป็นบุคคล กลุ่มชนหรือสถาบันก็ได้ เมื่อรับเรื่องราวแล้วผู้รับต้องมี “การถอดรหัส” (Decode) คือการแปลข่าวสารนั้นให้เข้าใจ

5. ผล (Effect) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้ส่งสารส่งเรื่องราวไปยังผู้รับ ผลที่เกิดขึ้นคือ การที่ผู้รับอาจมีความเข้าใจหรือไม่รู้เรื่อง ยอมรับหรือปฏิเสธ พอใจหรือโกรธ ฯลฯ สิ่งเหล่านี้เป็นผลของการสื่อสารและจะเป็นผลสืบเนื่องต่อไปว่าการสื่อสารนั้นจะสามารถบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับทัศนคติของผู้รับ สื่อที่ใช้ และสถานการณ์ในการสื่อสารเป็นสำคัญด้วย

6. ผลป้อนกลับ (Feedback) เป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องจากผลซึ่งผู้รับส่งกลับมายังผู้ส่ง โดยผู้รับอาจแสดงอาการให้เห็น เช่น ง่วงนอน ประหม่อ ยิ้ม พยักหน้า สายหน้า การพูดโต้ตอบ หรือการแสดงความคิดเห็น เพื่อเป็นข้อมูลที่ทำให้ผู้ส่งทราบว่า ผู้รับมีความพอใจหรือมีความเข้าใจในความหมายที่ส่งไปหรือไม่ ผลป้อนกลับนี้คือข้อมูลย้อนกลับอันเกิดจากการตอบสนองของผู้รับที่ส่งกลับไปยังผู้ส่งนั่นเอง

กิติมา สุรสุนธิ (2548) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของการสื่อสาร ที่ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 4 ส่วน ดังนี้

1. ผู้ส่งสาร (Sender) หมายถึง บุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่มีความคิด มีความต้องการ มีความตั้งใจที่จะส่งข้อมูลข่าวสาร อารมณ์ ความรู้สึกนึกคิด ความคิดเห็น ทัศนคติ ความเชื่อ และอื่น ๆ ไปยังผู้รับสาร เพื่อก่อให้เกิดผลอย่างใดอย่างหนึ่งต่อผู้รับสาร ดังนั้น ผู้ส่งสารจึงเป็นองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบอื่น ทั้งในแง่ของการเป็นผู้เลือกข้อมูลข่าวสารที่จะส่งหรือถ่ายทอดไป การเลือกวิธีการ และช่องทางที่จะทำให้สารไปถึงผู้รับสาร รวมทั้งเลือกและ

พยายามกำหนดตัวผู้ที่จะเป็นผู้รับข้อมูลข่าวสารโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับใดระดับหนึ่งหรือในด้านใดด้านหนึ่งกับบุคคลที่เป็นผู้รับสาร เช่น ความต้องการในการเปลี่ยนแปลงการรับรู้หรือความรู้ การเปลี่ยนแปลงความเชื่อ ทศนคติและพฤติกรรมของบุคคลของกลุ่มคนหรือสังคม เป็นต้น

2. สาร (Message) หมายถึง เรื่องราวที่มีความหมายและถูกแสดงออกมาโดยอาศัยภาษาหรือสัญลักษณ์ใด ๆก็ตามที่สามารถทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกันระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสารได้ สารจะเป็นตัวเร้าให้ผู้รับสารเกิดการรับรู้ต่อความหมายและมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อความหมายที่ได้รับ

3. ช่องทางการสื่อสารหรือสื่อ (Channel or Media) หมายถึง ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ที่ใช้ในการรับรู้ความหมายจากสิ่งต่าง ๆ อันได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การดมกลิ่น การสัมผัส และการลิ้มรส เป็นต้น หรือนอกจากนี้ช่องสารหรือสื่ออย่างอาจหมายถึงคลื่นแสง คลื่นเสียง และอากาศที่อยู่รอบ ๆตัวคนเราด้วย

4. ผู้รับสาร (Receiver) เป็นบุคคลที่มีความสำคัญในการสื่อสาร ซึ่งการสื่อสารจะมีความหมายอย่างไร จะประสบผลสำเร็จหรือไม่ ขึ้นอยู่กับผู้รับสารนั้นจะเลือกรับสารเลือกที่จะตีความและทำความเข้าใจต่อข่าวสารที่ตนเองได้รับนั้นอย่างไร แม้ว่าการสื่อสารจะเริ่มต้นจากผู้ส่งสาร แต่บุคคลที่จะแสดงว่าการสื่อสารจะประสบผลสำเร็จหรือไม่นั้นก็คือผู้รับสาร ดังนั้นในการสื่อสารทุกครั้งสิ่งที่ผู้ส่งจะต้องให้ความสำคัญและต้องคำนึงถึงอย่างมากก็คือตัวผู้รับสาร

สุกัญญา บุรณเดชาชัย (2550) อธิบายถึงองค์ประกอบที่เป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของการสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ผู้ส่งสาร (Source) เพื่อให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้ส่งสารต้องมีปัจจัย 3 ประการในการสื่อสาร ได้แก่ ทักษะในการสื่อสาร ทศนคติ และความรู้ โดยทักษะในการสื่อสาร หมายถึง ความสามารถในการพูด การเขียน การฟัง การตีความ ที่จะทำการถ่ายทอดข่าวสารไปยังผู้รับสารให้สามารถเข้าใจได้ง่ายและดีที่สุด ส่วนทศนคติ หมายถึง ทศนคติของผู้ส่งสารที่มีต่อตนเองต่อเรื่องที่ทำสื่อสาร และทศนคติต่อผู้รับสาร สำหรับความรู้ของผู้ส่งสารก็เป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญเพราะหากผู้ส่งสารมีความรู้ในเรื่องที่สื่อสาร จะทำให้เขาเกิดความเชื่อมั่น มีกำลังใจ และกล้าที่จะแสดงออก ส่งผลให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพ

2. ผู้รับสาร (Receiver) ซึ่งเป็นบุคคลในเป้าหมายของการสื่อสาร ก็ย่อมจะต้องมีความชำนาญในการสื่อสารเช่นกัน เช่น ความสามารถในการฟัง อ่าน การคิด การตีความหรือพูดรวม ๆ ว่าความสามารถในการรับรู้หรือรับการถ่ายทอด มีทศนคติที่ดีต่อตนเอง ต่อเรื่องที่รับต่อผู้ส่งสารและมีความรู้พอสมควรในเรื่องนั้น ๆ

3. สาร (Message) สารที่ผู้ส่งสารส่งออกไปเพื่อถ่ายทอดความคิด ความรู้สึก ความต้องการข่าวสาร และวัตถุประสงค์ของตนจะต้องอาศัยรหัส (Code) เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอด เช่น ภาษา ดนตรี การวาดภาพ เป็นต้น ซึ่งผู้ส่งสารแต่ละคนจะต้องสร้าง ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ให้สื่อความหมายที่ดี โดยจัดให้สอดคล้องกับสาระ เรื่องราวของสารให้เหมาะสมก็จะเป็นเนื้อหาของเรื่องที่สื่อสาร และเรียบเรียงจัดการกับสารนั้นด้วย วิธีการต่าง ๆ ของแต่ละคน

4. สื่อ (Channel) คือ สิ่งที่ขนส่งสารหรือพาหนะของสาร สื่อแต่ละสื่อ ย่อมมีความสามารถและคุณลักษณะต่าง ๆ กัน ดังนั้นหากผู้ส่งสารเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับ สถานการณ์การสื่อสารประสิทธิภาพของการสื่อสารก็จะมีมาก

จากการศึกษาองค์ประกอบของการสื่อสารข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสื่อสารมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ผู้ส่งสาร เป็นผู้เริ่มต้นในการส่งสาร โดยใช้ทักษะการสื่อสารต่าง ๆ เช่น การพูด การฟัง การเขียน เพื่อส่งข้อมูลข่าวสาร ความรู้สึกนึกคิดต่าง ๆ ไปยังผู้รับสาร
2. ผู้รับสาร อาจมีคนเดียวหรือเป็นกลุ่ม การสื่อสารจะประสบความสำเร็จหรือไม่ ขึ้นอยู่กับผู้รับสารว่าจะรับรู้และตีความสารที่ได้รับนั้นอย่างไร
3. สาร เป็นสิ่งที่ผู้ส่งสารส่งไปยังผู้รับสาร อาจจะเป็นข่าวสาร อารมณ์ ความรู้สึก ความคิดเห็น ซึ่งจะทำให้ผู้ส่งสารและผู้รับสารมีการรับรู้ตรงกัน
4. ช่องทางหรือสื่อ เป็นตัวกลางในการนำสารไปสู่ผู้รับสาร

2.5.5 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เทอร์เบอร์ (Thurber, 1976) ได้กล่าวถึง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการ ตั้งสถานการณ์เพื่อเขียนหรือพูดประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งจะมีผลต่อพัฒนาการ ของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้ฝึกหัดเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนมีพลังในการคิดด้วยตนเองยิ่งขึ้นด้วย

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989) ระบุว่า การสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อ แสดงแนวคิดและสามารถทำความเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด โดยได้รับ ความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน การ สาธิต และการแสดงให้เห็นภาพ
2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินแนวคิดทาง คณิตศาสตร์ที่นำเสนอ โดยการพูด การเขียน หรือภาพต่าง ๆ

3. สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดง

แนวคิด อธิบายความสัมพันธ์ และจำลองสถานการณ์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps, 1994) ได้กล่าวถึง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เพราะการสื่อสารเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการนำเสนอแนวคิดหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ได้กล่าวถึง การสื่อสาร (Communication) ว่าเป็น 1 ใน 5 มาตรฐานด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้อธิบายมาตรฐานหลักสูตรการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในชั้นก่อนอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (Prekindergarten through Grade 12) ว่าควรจัดโปรแกรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถจัดระบบและรวบรวมความคิดทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันและสื่อสารได้ถูกต้อง สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ของพวกตนเองได้อย่างสมเหตุสมผลและแจ่มแจ้งชัดเจน วิเคราะห์และประเมินค่าแนวความคิดทางคณิตศาสตร์และยุทธวิธีของผู้อื่นได้ และใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้อย่างกระชับ ชัดเจน ได้ใจความที่ถูกต้องแน่นอน

รีส และคนอื่น ๆ (Reys; et al. 2001) ได้กล่าวถึง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ จัดการและขยายความคิดให้ชัดเจนขึ้น โดยอาศัยการพูดและการเขียนหรือการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น

อัมพร ม้าคะนอง (2547) ได้กล่าวถึง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการสื่อสารและสื่อความหมายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสารให้มีความเข้าใจตรงกัน โดยผู้เรียนในฐานะผู้ส่งสารต้องมีความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ เช่น การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย การอธิบายลำดับขั้นตอนของการทำงาน การแสดงผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล

สมเดช บุญประจักษ์ (2548) ได้กล่าวถึง ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการแสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์และผลที่เกิดขึ้น

ปริญญา สองสีดา (2550) ได้กล่าวถึง ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น ความสามารถในการถ่ายทอดเรื่องราวหรือแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน ที่เป็นตัวแทนการคิดของนักเรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการตามสถานการณ์จำลองต่าง ๆ ที่ครูผู้สอนกำหนดให้

จิรากร สำเร็จ (2551) ได้กล่าวถึง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการใช้ภาษาพูดและเขียน การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวคิดแสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ระบุว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ

สัญญา ภัทรกร (2552) ได้กล่าวถึง ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างแนวคิดและอธิบายแนวคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม

จากการศึกษาความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การอธิบาย ชี้แจง แสดงความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ให้มีความเข้าใจตรงกัน รวมทั้งการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น โดยใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมายและการนำเสนอ

2.5.6 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่ามีบทบาทสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาทางคณิตศาสตร์เป็นสะพานเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการหรือสามัญสำนึกไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรมและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นวัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ต่าง ๆ คำพูด และการแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน

มัมมีและเชฟเพิร์ต (Mumme; & Shepherd, 1993) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสื่อสารช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ด้วยการแสดงแนวคิด การอภิปรายและการรับฟังผู้อื่นจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เชิงลึกและช่วยให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
2. การสื่อสารช่วยแบ่งปันความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยการพูดอภิปราย ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการใช้ภาษาอย่างง่าย การเข้าใจในกฎ นิยาม และสัญลักษณ์ต่าง ๆ

3. การสื่อสารสามารถเพิ่มความสามารถให้นักเรียนในฐานะที่เป็นผู้เรียน นักเรียนได้ฝึกฝนความสามารถและควบคุมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาด้วยตนเอง โดยการนำเสนอสิ่งที่พวกเขาคิดด้วยการพูดและการเขียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้น

4. การสื่อสารช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่มให้นักเรียนได้พูดและรับฟังผู้อื่นอันเป็นการช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน

5. การสื่อสารเป็นการช่วยเหลือให้ครูได้รู้ถึงความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดยครูสามารถรับรู้ถึงความคิด ความเข้าใจของนักเรียนได้โดยการฟังสิ่งที่พวกเขาอธิบายหรือแสดงเหตุผล

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps, 1994) ได้กล่าวถึง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นทักษะที่สำคัญที่ช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในความคิดและเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เนื่องจากสภาพสังคมแห่งเทคโนโลยีในปัจจุบันที่ต้องพึ่งพาคอมพิวเตอร์และเครื่องมืออื่น ๆ ในการบริหารจัดการและส่งผ่านข้อมูล หรือความคิด ความเข้าใจให้แก่ผู้อื่น กอปรกับคณิตศาสตร์เป็นภาษาที่มีความหมาย เป็นภาษาเฉพาะ รัดกุม สามารถสื่อสารและนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน โดยใช้รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ ตัวอักษร

รีส์ และคนอื่น ๆ (Reys; et al. 2001) ได้กล่าวถึง การสื่อสารว่าเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงและอธิบายแนวความคิด หรือแลกเปลี่ยน แนวคิดกับคนอื่น ๆ ซึ่งนักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทาง การใช้กราฟ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูดและการเขียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิด ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้ง และจดจำได้นานมากขึ้นด้วย

บิคเนลล์ (อัมพร ม้าคนอง, 2553 ; อ้างอิงจาก Bicknell, 1999) ได้อธิบายถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในการทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร ดังนี้

1. ก่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างนักเรียน
2. ส่งเสริมบริบทของการเรียนรู้ที่เหมาะสม

3. เพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับทั้งผู้สื่อสารและผู้รับสาร
4. ช่วยให้ผู้สอนมองเห็นความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้วางแผน

จัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน เพราะเมื่อนักเรียนได้สื่อสารเพื่อแสดงและอธิบายแนวคิดหรือแลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น จะทำให้นักเรียนเข้าใจภาษาและแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ก่อให้เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

2.5.7 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เทอร์เบอร์ (Thurber, 1976) ได้กล่าวถึง กิจกรรมด้านทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ควรจัด ดังนี้

1. ศัพท์ทางคณิตศาสตร์ (The Vocabulary of Mathematics) ซึ่งทำให้นักเรียนได้เข้าใจที่มาและความหมายของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์หรือการสร้างคำศัพท์
2. การนำเสนอด้วยปากเปล่า (Oral Presentations) ได้แก่ การให้มีโอกาสกิจกรรม ดังนี้
 - 2.1 การสรุปรายงาน นำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียนและอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน
 - 2.2 พุดนำเสนอแนวคิดจากการรับฟัง หรืออ่านหนังสือ หรือดูภาพยนตร์ที่ครูมอบหมายให้แล้วนำเสนอพุดรายงาน โดยมีวัตถุประสงค์ของการพุดและการรายงาน
 - 2.3 การนำเสนอเป็นกลุ่ม เน้นการทำงานเป็นทีมของนักเรียน โดยให้เตรียมเรื่องที่สนใจที่ต้องการพุดและนำเสนออภิปราย
 - 2.4 เกมทางคณิตศาสตร์ นักเรียนคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
 - 2.5 รายการโทรทัศน์และวิทยุ ให้ดูรายการที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ อาจจัดกิจกรรมกำหนดเวลาสั้น ๆ ให้และให้นำเสนอความคิดจากการดูรายการโทรทัศน์หรือวิทยุ
3. การเขียนที่ดีและเพิ่มการเขียนให้มากกว่าเดิม โดยให้สนับสนุนการเขียนของนักเรียนอาจให้นักเรียนได้มีการสรุปจากบทเรียนที่ได้เรียนมาหรือในการให้นักเรียนได้เขียนจากประสบการณ์โดยไม่จำเป็นต้องจำกัดหน้าในการเขียน

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989) เสนอแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า ควรเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ ในลักษณะของการสืบค้น การสืบเสาะ การพรรณนาและการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการอ่าน การพุด

และการแสดงแนวคิด จัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล และชวนเชื่อให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนทั้งการพูดและการฟัง กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ เรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ และทำให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเอง ดังนั้นการพูด การฟัง การอ่าน การเขียน และการแสดงแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ จึงเป็นกลยุทธ์สำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร มัมมีและเชฟเพิร์ด (Mumme; & Shepherd, 1993) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. นำเสนอสิ่งที่เป็นรูปธรรม แล้วให้นักเรียนได้พรรณนาหรืออธิบายถึงสิ่งที่พบเห็น
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราว หรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน เช่น โครงการที่มีกิจกรรมการสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมลักษณะนี้จะช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่า เป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิตและเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน จะทำให้การใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสารเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์
3. การใช้คำถาม ต้องเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและคิดอย่างสร้างสรรค์ โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมา รวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามให้กับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสงสัย
4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิดและฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เพราะการเขียนสื่อสารแนวคิดมีความสำคัญ จะทำให้นักเรียนเห็นว่า การเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย
5. ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน การที่นักเรียนนั่งเรียนเป็นแถวและนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย แต่การจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่ม ถือเป็นส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง
6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะทางอ้อม การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน ควรชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถามนั้น ถือเป็นส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรให้นักเรียนได้เรียนรู้

เกี่ยวกับการแสดงเหตุผล โดยการเปิดโอกาสให้อธิบายเหตุผลกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนหรือการคิดค้นหา คำตอบจากคำถามเกี่ยวกับบางสิ่ง เช่น ปริศนาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจอันลึกซึ้งในความคิดของพวกเขา การจัดลำดับที่จะติดต่อสื่อสารระหว่าง นักเรียนกับแนวคิดของคนอื่น ๆ ให้นักเรียนหลายคนตอบสนองอย่างเปิดเผยตรงไปตรงมาในการ เรียนรู้และการจัดระบบ และรวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับของพวกเขาเข้าด้วยกัน นักเรียนควรจะได้รับ การสนับสนุนเพื่อพัฒนาความสามารถเฉพาะตัวของพวกเขาเองอย่างชัดเจนและต่อเนื่องตลอดเวลา เมื่อพวกเขาโตขึ้นรูปแบบการโต้แย้งและการพูดอภิปราย จะเป็นไปตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมี ระเบียบแบบแผนมากขึ้น ซึ่งนักเรียนควรตระหนักถึงและตอบสนองแก่ผู้ฟังของพวกเขา สำหรับ ความสามารถด้านการเขียนควรได้รับการส่งเสริมโดยตลอดในทุกระดับชั้น การทำงานเพื่อที่จะ แก้ปัญหาร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน นักเรียนจะได้มีโอกาสในการแสดงทัศนคติและวิธีการอื่น ๆ พวกเขาสามารถเรียนรู้ เข้าใจ และประเมินค่าแนวความคิดของผู้อื่น รู้จักสร้างแนวความคิดใหม่ ๆ ยกตัวอย่างเช่น ให้นักเรียนลองแก้ไขโจทย์ปัญหาที่มีคำถามลักษณะพีชคณิตที่ยากต่อการกำหนดสมการ ดังต่อไปนี้

“มีกระต่ายและกรงใส่กระต่ายอยู่จำนวนหนึ่ง ถ้าเราบรรจุกระต่ายทีละตัว ในแต่ละกรง จะมีกระต่ายเหลือ 1 ตัวที่ต้องอยู่นอกกรง แต่ถ้าเราบรรจุกระต่ายไว้กรงละ 2 ตัว จะเหลือกรงว่างอยู่ 1 กรง ถามว่ามีกระต่ายทั้งหมดกี่ตัว และมีกรงใส่กระต่ายกี่กรง”

นักเรียนหลายคนอาจได้ประโยชน์จากเพื่อนนักเรียนที่แก้ปัญหาโดยการใช้อย่าง ตัวแทนด้วยภาพ นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ที่จะพิจารณาถึงข้อจำกัดของวิธีการที่แตกต่างกันอย่าง รอบคอบ ด้วยเหตุนี้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งจำเป็นของนักคิดอย่างมีวิจารณญาณทาง คณิตศาสตร์

ศิริพร ทิพย์คง (2545) อธิบายว่า เพื่อให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มี ประสิทธิภาพครูควรส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของ นักเรียน
2. ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอน ช่วยชี้แนะ ทั้งนี้ควรฝึกความสามารถในการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง โดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของ การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหายังไง เขียนรูปภาพ ความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพ ตาราง หรือ กราฟใดช่วยในการสื่อสารความหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้เสนอแนวทางใน การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการใช้คำถาม ซึ่งการใช้คำถามของครูมีผล

อย่างยิ่งต่อการกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อตอบสนองหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อสิ่งที่ถูกถาม อันจะนำมาซึ่งการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการสื่อสาร ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- ลองอธิบายโจทย์ตามความเข้าใจของนักเรียนให้เพื่อนฟังหน่อย
- คำอธิบายในหน้า 1 และ 2 ในหนังสือเรียน ทำให้เราทราบ

อะไรบ้าง

- นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับสิ่งที่สมศักดิ์พูด
- มีคำอธิบายหรือเหตุผลอื่นที่แตกต่างจากนี้หรือไม่

ปริญญา สองสีดา (2550) ได้สรุปแนวทางในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทำได้หลายวิธี เช่น การให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการพูด การเขียน การอ่าน การใช้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของเรา เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัวหรืออาจจะให้นักเรียนร่วมมือและช่วยเหลือกันในงานกลุ่ม และที่สำคัญมากในการส่งเสริมการสื่อสาร คือ ครูควรเป็นทั้งผู้ส่งสารและในขณะเดียวกันก็ต้องเป็นผู้รับสารด้วย ซึ่งการสื่อสารแบบนี้จะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยครูควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ต่อไปนี้

1. มีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารมีโอกาสได้ซักถามหลังจากฟังคำอธิบาย มีโอกาสนำเสนอแนวคิดหรือเหตุผลที่ต่างออกไปหรือได้ลองลงมือปฏิบัติ
2. มีโอกาสทราบผลการกระทำทันที (Immediate Feedback) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้ส่งสารได้รับคำติชมวิพากษ์วิจารณ์ทันทีในโอกาสแรกที่เป็นไปได้ ทั้งนี้เพื่อจะได้ทราบว่าผู้รับสามารถรับสารได้ดีเพียงใด
3. มีความรู้สึภาคภูมิใจและประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จ (Success Experience) กล่าวคือ มีการท้าทายให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้คิดหรือได้ทำ ทั้งนี้เพราะเมื่อทำสำเร็จก็จะเกิดความภาคภูมิใจ
4. มีโอกาสได้รับสารทีละน้อยตามลำดับขั้น (Gradual Approximation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้ใคร่ครวญตามทีละน้อยจากง่ายไปยาก จนเข้าใจในเนื้อหาของสารที่จะได้รับ

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน และควรเป็นกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน
2. จัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้สื่อสารแลกเปลี่ยนแนวความคิดภายในกลุ่ม
3. ใช้คำถามปลายเปิด กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและตอบสนองออกมา
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนเพื่อสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์

2.5.8 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps, 1994) แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

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

จากงานวิจัยของไค จาแคบซ์ซิน และเลน (Cai; Jakabcsin; & Lane, 1996) ได้เสนอกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการ เพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (Holistics) ไว้ 5 ระดับ คือ 0-4 คะแนน ดังตาราง 2

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีคเพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ระดับ	เกณฑ์การประเมิน
4	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ; อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ); แสดงความเชี่ยวชาญในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบการให้เหตุผล
3	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ; อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์ สื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ); แสดงการให้เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจมีช่องว่างเล็กน้อย
2	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือมีสองนัย; แผนภาพประกอบบกพร่องหรือไม่ชัดเจน; การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก; การให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน
1	อธิบายคำตอบอาจจะผิดหรือเข้าใจยาก; แผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์ หรือแผนภาพไม่ชัดเจน ตีความหมายยาก
0	การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ; คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับแผนภาพประกอบผิดหมด

จิตติมา ขอบเอียด (2551) ได้สร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 3

ตาราง 3 แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

พฤติกรรมที่สังเกต	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
1. พูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง				
2. พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง				
3. พูดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้				
4. พูดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน				

ผู้สังเกต ชื่อ.....นามสกุล.....

ตาราง 4 เกณฑ์การวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

1. พูดเพื่อสื่อความหมายแนวคิดในการหาคำตอบ

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องทั้งหมด ตามลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน
2 (ดี)	พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องทั้งหมดตามลำดับขั้นตอนชัดเจนเป็นบางส่วน
1 (พอใช้)	พูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้ถูกต้องเป็นบางส่วนตามลำดับขั้นตอนชัดเจนบางส่วน
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่สามารถพูดอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวคิดในการหาคำตอบ

2. พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
2 (ดี)	พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่
1 (พอใช้)	พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นบางส่วน
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์

พหุ ประถมศึกษา

3. พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผล
2 (ดี)	พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นส่วนใหญ่
1 (พอใช้)	พุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นบางส่วน
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่สามารถพุดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้

4. ความชัดเจนในการพุดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	พุดสรุปได้อย่างถูกต้องทั้งหมดและชัดเจนตามสถานการณ์ที่กำหนด
2 (ดี)	พุดสรุปได้อย่างถูกต้องทั้งหมดและชัดเจนเป็นบางส่วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
1 (พอใช้)	พุดสรุปได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วนและชัดเจนเป็นบางส่วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่สามารถพุดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตาราง 5 แบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

พฤติกรรมที่สังเกต	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
1. เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวคิดในการหาคำตอบ				
2. เขียนอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ที่ ถูกต้อง				
3. เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของ				

ตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้				
4. เขียนสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน				

ผู้สังเกต ชื่อ.....นามสกุล.....

ตาราง 6 เกณฑ์การวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

1. เขียนเพื่อสื่อความหมายแนวคิดในการหาคำตอบ

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องทั้งหมด ตามลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน
2 (ดี)	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องทั้งหมดตามลำดับขั้นตอนชัดเจนเป็นบางส่วน
1 (พอใช้)	เขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้ถูกต้องเป็นบางส่วนตามลำดับขั้นตอนชัดเจนบางส่วน
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่สามารถเขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบ

2. เขียนอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	เขียนอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
2 (ดี)	เขียนอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่
1 (พอใช้)	เขียนอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นบางส่วน
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์

3. เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผล
2 (ดี)	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นส่วนใหญ่
1 (พอใช้)	เขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นบางส่วน
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่สามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้

4. ความชัดเจนในการพูดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

คะแนน/ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	เขียนสรุปได้อย่างถูกต้องทั้งหมดและชัดเจนตามสถานการณ์ที่กำหนด
2 (ดี)	เขียนสรุปได้อย่างถูกต้องทั้งหมดและชัดเจนเป็นบางส่วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
1 (พอใช้)	เขียนสรุปได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วนและชัดเจนเป็นบางส่วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่สามารถเขียนสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

กล่าวโดยสรุป ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทำการวัด 2 ด้าน ได้แก่

1. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน การให้คะแนนแบบรูบริค ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแนวคิดและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของเคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994) ไค จาแคบคซ์ซิน และเลน (Cai; Jakabcsin; & Lane. 1996) ทินรัตน์ กาญจนกฤษ (2550) และจิตติมา ซอบเอียด (2551)

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การให้คะแนนแบบรูปรีด ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแนวคิดและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของ เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994) ไค จาแคบส์ซิน และเลน (Cai; Jakabcsin; & Lane. 1996) ทินรัตน์ กาญจนกฤษ (2550) และจิตติมา ชอบเอียด (2551)

2.6 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537) กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือว่า เมื่อผลิตสื่อขึ้นมาใช้ประกอบการเรียนการสอน เช่น ชุดการสอน บทเรียนสำเร็จรูป หรือหนังสือเรียน ควรได้รับการประเมินประสิทธิภาพของสื่อว่าเหมาะที่จะนำไปใช้ต่อหรือไม่ หรือสื่อนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เพื่อจะได้หาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพต่อไป

2.6.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อการเรียนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อการเรียนพึงพอใจว่า เมื่อสื่อนั้นมีประสิทธิภาพถึงระดับที่กำหนดไว้แล้ว ก็มีคุณค่าที่จะนำไปใช้ในการสอนนักเรียน และคุ้มค่าแก่การผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ กระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรม 2 ประเภท คือพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ เป็น E_1/E_2 ประสิทธิภาพของกระบวนการ เป็น E_1 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เป็น E_2

ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือ การประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่า กระบวนการ (Process) ของผู้เรียน ที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม และบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่น ๆ ที่ผู้สอนกำหนดไว้

ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย คือ การประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากหลังการทดสอบหลังเรียนและการสอบปลายภาคเรียน ประสิทธิภาพของสื่อจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่น่าพอใจ โดยกำหนดเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความเหมาะสม โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำ มักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตนาศึกษา อาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งไว้ต่ำเพราะเมื่อตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดแล้ว ก็มักได้ผลเท่านั้น เช่น ในระบบการสอนของไทยในปัจจุบันได้กำหนดเกณฑ์ไม่ตั้งใจไว้ 0/50 นั่นคือ กระบวนการมีค่า 0 เพราะครูมักไม่มีเกณฑ์เวลาทำงานหรือแบบฝึกหัดแก่นักเรียน ส่วนคะแนนผ่าน คือ 50 % ผลปรากฏว่า คะแนนภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยเฉลี่ยแต่ละปีเพียง 51 % เท่านั้น

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ หาได้ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2537)

$$E_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x_i$	แทน	คะแนนรวมของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนผลงานและการทดสอบของทุกคน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียน
	n	แทน	จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum y_i$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้
	n	แทน	จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าว ก็จะมีการนำคะแนนแบบฝึกหัดหรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนทดสอบหลังเรียนมาเข้าตารางแล้วคำนวณหา E_1/E_2

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537) ได้เสนอขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ ไว้ดังนี้

แบบเดี่ยว (1 : 1 : 1) เป็นการทดสอบกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กก่อนปานกลาง และเด็กเก่ง คำวนหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องปรับปรุง เมื่อปรับปรุงแล้วสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่ม ในขั้นนี้ E1/E2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

แบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน (คณะผู้ที่ยืนเก่งและอ่อน) คำวนหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

แบบกลุ่ม (1 : 100) เป็นการทดลอง ครู 1 คน กับเด็กทั้งชั้น 30-40 คน (หรือ 100 คน สำหรับชุดการสอนรายบุคคล) ชั้นที่เลือกมาทดลอง จะต้องมียกเรียนคณะกันทั้งเก่งและอ่อน ไม่ควรเลือกห้องเรียนที่มีเด็กเก่งหรืออ่อนล้วน

หากต่ำจากเกณฑ์ไม่เกิน 2.5 % ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมาก ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือใหม่ โดยยึดสภาพความจริงเป็นเกณฑ์ สมมุติว่าเมื่อทดสอบประสิทธิภาพแล้วได้ 83.5/85.4 ก็แสดงว่าเครื่องมือนั้นมีประสิทธิภาพ เพราะว่า 83.5/85.4 ใกล้เคียงกับเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งไว้ แต่ถ้าแสดงไว้ 75/75 เมื่อผลการทดลองเป็น 83.5/85.4 อาจจะเลื่อนเกณฑ์ขึ้นมาเป็น 85/85 ก็ได้

2.6.2 การเลือกนักเรียนมาทดลองเครื่องมือ

นักเรียนที่จะนำมาทดลองเครื่องมือ ควรเป็นตัวแทนนักเรียนที่เราจะนำเครื่องมือขึ้นไปใช้โดยมีข้อพิจารณา ดังนี้

2.6.2.1 สำหรับการทดลองแบบเดี่ยว เป็นการทดลองครู 1 คน ต่อเด็ก 1 คน ให้ทดลองกับเด็กอ่อนเสียก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองกับเด็กปานกลาง และนำไปทดลองกับเด็กเก่ง อย่างไรก็ตามหากเวลาไม่อำนวยและสภาพการณ์ไม่เหมาะสมก็ให้ทดลองเด็กอ่อนหรือปานกลาง

2.6.2.2 สำหรับการทดลองแบบกลุ่ม เป็นการทดลองที่ครู 1 คน ต่อเด็ก 6-12 คน โดยให้คณะกันทั้งเด็กเก่ง ปานกลาง และเด็กอ่อน ห้ามทดลองกับเด็กอ่อนล้วนหรือเด็กเก่งล้วน

2.6.2.3 สำหรับการทดลองภาคสนามหรือกลุ่มใหญ่ เป็นการทดลองที่ครู 1 คน กับนักเรียนทั้งชั้น 30-40 คน ชั้นที่เลือกมาทดลองจะต้องมียกเรียนคณะเก่งและอ่อน ไม่ควรเลือกห้องที่มีเด็กเก่งหรือเด็กอ่อนล้วน สถานที่และเวลาสำหรับการทดลองแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มควรใช้เวลานอกชั้นเรียน หรือแยกนักเรียนมาเรียนต่างหากจากห้องเรียน อาจเป็นห้องประชุมของโรงเรียน โรงอาหาร สนาม หรือใต้ร่มไม้

2.6.2.4 ควรเลือกนักเรียนที่เป็นตัวแทนของนักเรียนที่ใช้เครื่องมือ

2.6.2.5 ควรหาสถานที่และเวลาที่ปราศจากเสียงรบกวนไม่รบกวนบอ้าว และใช้เวลาที่นักเรียนไม่ทิวระหาย ไม่รีบร้อนกลับบ้าน หรือไม่พะวักพะวนไปเข้าเรียนชั้นอื่น

2.6.2.6 ต้องชี้แจงให้นักเรียนทราบวัตถุประสงค์ของการทดลองเครื่องมือ

2.6.2.7 สำหรับการทดลองภาคสนามในชั้นเรียนต้องใช้ครูเพียงคนเดียวผู้สังเกตการณ์ต้องอยู่ห่าง ๆ ไม่เข้าไปช่วยเหลือเด็ก ต้องปล่อยให้ครูผู้ทดลองสอนแก้ปัญหาเอง หากจำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือก็ให้ครูผู้สอนเป็นผู้บอกเข้าไปช่วย

2.6.2.8 ไม่ว่าจะเป็นการทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม หรือแบบภาคสนาม หลังจากชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับจุดประสงค์แล้ว ครูจะต้องดำเนินการ 5 ขั้น คือ (1) สอบก่อนเรียน (2) นำเข้าสู่บทเรียน (3) ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม (4) สรุปบทเรียน โดยครูสรุปเอง หรือให้นักเรียนช่วยกันสรุปก็ได้ ทั้งนี้ต้องดูตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน และ (5) สอบหลังเรียน

2.6.3 การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพในเครื่องมือ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537) กล่าวไว้ว่า เมื่อทดลองเครื่องมือภาคสนามแล้วให้เทียบค่า E_1/E_2 ที่หาได้จากสื่อการเรียนกับ E_1/E_2 เกณฑ์ เพื่อดูว่าเราจะยอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ การยอมรับประสิทธิภาพให้ถือค่าแปรปรวน 2.5-5 % นั่นคือ ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 5 % แต่โดยปกติเราจะกำหนดไว้ 2.5 % เช่น เราตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ที่ 90/90 เมื่อทดลองแบบภาคสนามแล้วนั้น มีประสิทธิภาพ 87.5/87.5 เราสามารถยอมรับได้ว่าเครื่องมือนั้นมีประสิทธิภาพ

จากที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของการหาประสิทธิภาพดังกล่าวมาใช้ เพื่อเป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นในครั้งนี้ เพื่อให้ได้กิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ดังนี้

75 ตัวแรก ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ย่อย โดยนำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 75

75 ตัวหลัง ได้จากคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 75

2.7 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ (Effectiveness Index: E.I.)

เผชิญ กิจระการ (2544) ได้กล่าวถึงการหาดัชนีประสิทธิผล ไว้ดังนี้
ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) คือ ตัวเลขที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนที่ได้จากการ

ทดสอบหลังเรียนและคะแนนเต็มหรือคะแนนสูงสุดกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน เมื่อมีการประเมินสื่อการสอนนั้น ตามปกติการประเมินความแตกต่างของค่าคะแนนใน 2 ลักษณะ คือ ความแตกต่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนหรือเป็นการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนโดยอาศัยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}$$

$$\text{หรือ} \quad E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ E.I. แทน ดัชนีประสิทธิผล

P_1 แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน

P_2 แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน

Total แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

2.7.1 ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับค่า E.I.

2.7.1.1 E.I. เป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่าง จะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้ เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่าคะแนนผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ซึ่งมีความหมายว่าระบบการจัดการเรียนการสอนหรือสื่อการสอนไม่มีคุณภาพ

2.7.1.2 ถ้าผลสอบก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนได้คะแนนรวมเท่าไรก็ได้ (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) แต่ผลสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนทำถูกหมดทุกข้อ (ได้คะแนนเต็มทุกคน) ค่า E.I. จะเป็น 1.00 สรุปได้ว่าถ้าหลังเรียนนักเรียนได้คะแนนเต็มทุกคน ค่า E.I. จะเป็น 1.00 เสมอ ไม่ว่าผลการสอบก่อนเรียนจะเป็นเท่าไรก็ตาม (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) หรือกล่าวได้ว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าในเรื่องที่เรียนคิดเป็นร้อยละ 100 หรือบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนที่ต้องการ

2.7.1.3 ถ้าผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียนค่า E.I. จะเป็นลบ ซึ่งต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ ลักษณะเช่นนี้ถือได้ว่าระบบการเรียนการสอนไม่มีประสิทธิภาพ และเหตุการณ์เช่นนี้ไม่น่าจะเกิดขึ้น เพราะค่า E.I. ต่ำหรือเป็นลบ แสดงว่าคะแนนหลังเรียนต่ำกว่าหรือน้อยกว่าคะแนนก่อนเรียนและก่อนจะหาค่า E.I. ต้องหา E_1/E_2 มาก่อน ค่า E_2 คือ คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นค่าเดียวกับคะแนนหลังเรียนของการหาค่า E.I. ดังนั้น หากคะแนน

หลังสอนต่ำกว่าคะแนนก่อนสอนค่า E_2 จะไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด แต่ถ้าปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสื่อก่อนจนทำให้ค่า E_2 ถึงเกณฑ์การหาค่า E.I. จะมีค่าสูง

2.7.1.4 การแปลความหมายของ E.I. ไม่น่าจะแปลความหมายเฉพาะค่าที่คำนวณได้นักเรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าไร หรือคิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรดูข้อมูลเดิมประกอบด้วยว่าหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังสอนเพิ่มขึ้นน้อยเป็นเพราะว่ากลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมากอยู่แล้วค่า E.I. ในแต่ละกลุ่มไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันเพราะไม่ได้เริ่มจากรากฐานความรู้ที่เท่ากัน ควรอธิบายพัฒนาการเฉพาะกลุ่มเท่านั้น

2.7.2 การแปลงผลค่า E.I. มักใช้ข้อความที่ไม่เหมาะสม ทำให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของ E.I. ผิดจากความเป็นจริง เช่น E.I. มีค่าเท่ากับ 0.6240 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40 ซึ่งในความเป็นจริงค่า E.I. เท่ากับ 0.6240 เพราะคิดเทียบจากค่า E.I. สูงสุดเป็น 1.00 ดังนั้น ถ้าคิดเทียบเป็นร้อยละ ก็คือ คิดเทียบจากค่าสูงสุดเป็น 1.00 E.I. จะมีค่า 62.40 จึงควรใช้ข้อความว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6240 หรือคิดเป็นร้อยละ 62.40”

2.7.3 ถ้าค่าของ E_1/E_2 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อหา E.I. พบว่า มีการพัฒนาการเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งที่น่าพอใจ คำนวณหาค่าความคงทนด้วย โดยใช้สูตร t-test (แบบ Dependent Sample) ก็ไม่ได้แปลว่าจะมีนัยสำคัญ (เพราะผู้วิจัยคาดหวังว่าหากสื่อหรือแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีคุณภาพ ผลการเรียนรู้หลังสอนเมื่อผ่านไประยะเวลาหนึ่ง เช่น เมื่อผ่านไป 2 สัปดาห์ กับผลการเรียนหลังเรียนจบจะต้องไม่แตกต่างกัน)

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อประเมินผลการจัดการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนซึ่งเป็นตัววัดค่าผู้เรียนมีพื้นฐานอยู่ในระดับใด หลังจากนั้นนักเรียนเข้ารับการทดลองจัดการเรียนรู้เสร็จแล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนแล้วนำคะแนนที่ได้มาหาค่าดัชนีประสิทธิผล

2.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.8.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Good (1973) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ คือการทำให้สำเร็จ (Accomplishment) หรือประสิทธิภาพทางการกระทำในลักษณะที่กำหนดให้หรือด้านความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) ที่กำหนดให้ หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบให้หรือทั้งสองอย่าง

Mehrens (1976) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) และจากแนวคิดของวิลสัน บอกได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์คือผลสำเร็จของการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประเมินเป็นระดับความสามารถนั่นเอง ซึ่งวิลสันได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ในการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษา โดยอิงลำดับขั้นของพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามกรอบแนวคิดของ Bloom's Taxonomy ไว้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้ ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงเป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามจะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาอันยาวนานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้โดยคำถาม มักจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความรู้ ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง หรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มา ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากหรืออุปสรรคในการตัดสินใจที่จะเลือกใช้กระบวนการในการคำนวณ

2. ความเข้าใจ เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ ความจำแต่ซับซ้อนมากกว่า แบ่งออกเป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าค่าความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น สามารถทำได้โดยใช้คำพูดของตน หรือเลือกความหมายที่กำหนดให้โดยเขียนในรูปแบบใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นเพียงการวัดความจำเท่านั้น

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการกฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Principles, Rules and Generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements From One Mode to Another) เป็นความหมายในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการซึ่งมีความหมายเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมความเข้าใจ

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

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความหมายโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความหรือตัวเลข

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้ไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสออยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้ผลลัพธ์ได้

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนด ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่ม ข้อมูลที่ใดไม่จำเป็น มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสออยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออก พิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามในชั้นนี้ เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัด หรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนมติ นิยามตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยามทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้ว มาช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในชั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในชั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนมติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to Formulate and Validate Generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือ การถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดใหม่พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชา และทักษะต่าง ๆ ของแต่ละวิชาที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วเป็นความสามารถในการเข้าถึงความรู้ การพัฒนาทักษะในการเรียนโดยอาศัยความพยายามและแสดงออกในรูปความสำเร็จ ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้โดยอาศัยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งที่เป็นข้อเขียนและการปฏิบัติจริง

2.8.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียน โดยจะทำการวัดหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลง จำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการวัด นั่นคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด โดยมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนเขียนตอบกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งมี 2 แบบ คือ

1. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่ดำเนินการสอบแบบมาตรฐาน การแปลคะแนนก็เป็นมาตรฐาน สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา และยอมรับในคุณภาพที่สามารถขยายอิงสู่ประชากรได้ การดำเนินการในการใช้แบบทดสอบมาตรฐานนี้ต้องทำตามคู่มือทุกอย่างไม่ว่าการแจก การอธิบาย การใช้เวลา การตรวจ และการแปลคะแนนของข้อสอบ

2. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบจำลองสร้างตามจุดประสงค์ของครูที่สอน เป็นคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหนบอกพร้อมในส่วนใดบ้างเพื่อผู้สอนจะได้จัดสอนซ่อมเสริมให้กับผู้เรียนได้หรือเป็นการวัดเพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู บางฉบับอาจจะไม่ได้ทดลองสอบมาก่อนกลุ่มตัวอย่างไม่คลุมประชากร การดำเนินการสอบจึงยังไม่มาตรฐานแก้ไขได้ทุกกระยะ ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจึงเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน

แบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นนี้ จะมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้านเหมือนกันดังนี้

1. วัดด้านการนำไปใช้
2. วัดด้านการวิเคราะห์
3. วัดด้านการสังเคราะห์
4. วัดด้านการประเมินค่า

สมนึก ภัททิยธนี (2551) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกา ถูก-ผิด (True-False Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยคหรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้นเพื่อให้ได้ใจความและถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) เป็นข้อสอบคล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำแต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นเป็นคนเขียนตอบคำถามที่ต้องการสั้น ๆ และกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยมีคำถามหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะจับคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่คุณออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) จะประกอบด้วย 2 ตอน คือตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

สมนึก ภัททิยธนี (2551) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังต่อไปนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงความไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกันและไม่เปิดโอกาสให้ทำข้อสอบได้โดยการเดา

4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้น จะต้องไม่ถามผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิด ตัดแปลงแก้ปัญหาแล้วจึงตอบได้

5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลิน ไม่เบื่อหน่าย

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทาง หรือทิศทางการถามตอบชัดเจนไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง

7. ความเป็นปรนัย (Objective) โดยมีสมบัติ 3 ประการ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจสอบให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคน

7.3 แปลความหมายของคะแนนให้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อสอบมากพอประมาณ ใช้เวลาสอบพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต ตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว รวมถึงสิ่งแวดล้อมในการสอบที่ดี

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการ จำแนกผู้เข้าสอบแบบทดสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง

10. ความยาก (Difficulty) ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ตาม ทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ข้อสอบที่ดีคือ ข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป หรือมีความยากพอเหมาะส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์นั้นความยากง่ายไม่ใช่สิ่งสำคัญ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบนั้นได้วัดในจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดีได้แม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้แล้ว ซึ่งมีทั้งแบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นโดยแบบทดสอบมาตรฐานจะสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขาวิชา ส่วนแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นนั้นก็หลายแบบ โดยครูจะสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลักษณะเนื้อหาวิชานั้น ๆ และเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้าน คือ วัดด้านการนำไปใช้วัดด้านการวิเคราะห์ วัดด้านการสังเคราะห์ วัดด้านการประเมินค่า และต้องเป็นแบบทดสอบที่ดีตามหลักการที่นักวิชาการกล่าวไว้

เพื่อใช้เป็นแนวการประเมินและสรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ข้อสอบที่ดีจะต้องมี ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย อำนาจจำแนก และความยากที่เหมาะสม

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 งานวิจัยในประเทศ

ชานนท์ ศรีผ่องงาม (2549) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division: STAD) เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการใช้ชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ ผลการศึกษาพบว่าความก้าวหน้าของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.02

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

จิตติมา ชอบเอียด (2551) ได้ศึกษาการใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า 1. ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการใช้ปัญหาปลายเปิดในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไขและตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ ด้านการวัดผลและประเมินผลและในช่วงของการวิจัย ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมจากใบกิจกรรม ใบงานและแบบฝึกหัดที่มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายเหตุผลสนับสนุนวิธีการหาคำตอบของตนเอง ส่งผลให้คะแนนทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิดในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 2. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.67

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2556) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรภัทร สินดี (2557) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่องลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มกับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 44 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 17 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One – Short Case Study เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่ม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และสถิติทดสอบที (t-test for one sample) ผลการวิจัยพบว่า 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 22.18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.93 2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่ม สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 14.98 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.90 3. พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่ม เรื่องลำดับและอนุกรม มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก โดยอยู่ในเกณฑ์ดี จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 61.36 และอยู่ในเกณฑ์ดีมาก จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 38.64

ประภัสสร เพชรสุ่ม (2558) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน

ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดมะม่วงตลอดจังหวัดนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2558 จำนวน 8 คน ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จำนวน 7 แผน 2) แบบบันทึกพฤติกรรมภาคสนาม 3) กรอบแนวทางการบันทึกวีดิทัศน์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์โพโทคอลและการบรรยายเชิงวิเคราะห์ตามแนวคิดของ ครูลิขิตและรุตนิก ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการอ่านนักเรียนแสดงพฤติกรรมกรอ่านแบบสังเกตคำสำคัญ พบในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองและการนำเสนอปัญหา 2) ขั้นการสำรวจและวินิจฉัย นักเรียนแสดงออกโดยการวาดภาพพบในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง 3) ขั้นการเลือกยุทธวิธีนักเรียนใช้แนวทางเดียวในการแก้ปัญหา และเมื่อค้นเคยกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะมีแนวทางที่หลากหลายเพื่อใช้ในการเลือกแก้ปัญหาพบในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง 4) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนดำเนินการตามวิธีที่เลือกไว้พบในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง และ 5) ขั้นการทบทวนและขยายผลนักเรียนแสดงพฤติกรรมตรวจสอบคำตอบการขยายแนวคิดผ่านกิจกรรมการนำเสนอ การอภิปรายร่วมกับเพื่อนและครูพบในขั้นการอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบและขั้นการสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2558) ได้ศึกษาการตั้งคำถามช่วยเหลือทางการเรียนเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางพีชคณิตในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจระดับการตั้งคำถามช่วยเหลือทางการเรียนของครู เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางพีชคณิตของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้เป็น ครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนบ้านบึงเนียมบึงไคร่นุ่น ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ในระบบการพัฒนาวิชาชีพครูโดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดอย่างต่อเนื่อง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ โดยใช้หนังสือ Mathematic International Grade 7 จำนวน 12 แผน 2) เครื่องมือบันทึกวีดิทัศน์และเครื่องมือบันทึกเสียง และ 3) แบบบันทึกการสัมภาษณ์ที่กระตุ้นด้วยวีดิทัศน์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ 1) กรอบการวิเคราะห์ตามกรอบระดับการตั้งคำถามช่วยเหลือทางการเรียน 4 ระดับของ Mehan และ 2) กรอบการวิเคราะห์ระดับการให้เหตุผลทางพีชคณิตตามกรอบแนวคิดของ Aké, Godino, Gonzato, Wilhelmi ผลการวิจัยพบว่า ในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ครูมีการตั้งคำถามช่วยเหลือทางการเรียน ได้แก่ 1) คำถามระดับถามถึงทางเลือก (CE) สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีระดับการให้เหตุผลทางพีชคณิตจาก ระดับ 0 ไปสู่ระดับ 1 2) คำถามระดับ

ถามถึงสิ่งที่เกิดขึ้น (PE) สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการให้เหตุผลทางพีชคณิต จากระดับ 0 ไปสู่ระดับ 1 และสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการให้เหตุผลทางพีชคณิตจากระดับ 1 ไปสู่ระดับ 2 3) คำถามระดับถามถึงกระบวนการ (PRE) สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการให้เหตุผลทางพีชคณิตจากระดับ 1 ไปสู่ระดับ 2 4) คำถามระดับถามถึงกระบวนการอภิธาน (ME) สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการให้เหตุผลทางพีชคณิต จากระดับ 0 ไปสู่ระดับ 1 ครูและนักวิจัยสามารถนำลักษณะการตั้งคำถามช่วยเหลือทางการเรียนไปใช้เป็นแนวทาง การวางแผนในเนื้อหา พีชคณิตในระดับชั้นต่าง ๆ และสามารถพัฒนาเป็นกรอบแนวคิดสำหรับการตั้งคำถามช่วยเหลือทางการเรียนในบริบทของชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

พัทธยากร บุสสยา (2559) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

โจฮันนิง (Johanning, 2000) ได้ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับการเขียนและการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในวิชาพีชคณิตเบื้องต้น โดยส่งเสริมให้นักเรียนอ่านเขียน และอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยให้ความสำคัญกับการเขียนที่จะช่วยให้นักเรียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมพร้อมไว้ใช้ในการอภิปราย อีกทั้งการเขียนของนักเรียนยังเป็นผลงานที่ครูใช้ตรวจสอบความเข้าใจได้อีกด้วย เพื่อดูว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 14 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 34 คน รวมทั้งสิ้น 48 คน ใช้เวลาในการดำเนินการเป็นเวลา 1 ปี มีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการตรวจสอบการเขียนของนักเรียน การบันทึกเสียงขณะการอภิปรายกลุ่ม และการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการสื่อสารความคิดของตนลงบนกระดาษแล้วถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น นอกจากนี้การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่ม ทำให้มั่นใจได้ว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะอภิปรายร่วมกันกับครูและเพื่อน และการเขียนช่วยทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเต็มที่จากการคิด การเขียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โพลูซ (Poluse, 2002) ได้ทำการสำรวจผลกระทบด้านการเขียนที่แสดงออกถึงความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในการเรียนแคลคูลัสเบื้องต้น อันมีสาระสำคัญ ได้แก่ เรื่อง ลำดับ อนุกรม และลิมิต รวมทั้งยังได้ศึกษาการสื่อสารในภาษาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด และความรู้สึกของนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนทางคณิตศาสตร์ การสำรวจครั้งนี้ใช้เวลา 1 ปี สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลทำได้โดยการวิเคราะห์การเขียนจากโครงการที่เขียนอย่างสร้างสรรค์จำนวน 2 โครงการ การใช้คำศัพท์ที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอดของ ลำดับ อนุกรมและลิมิต และการสัมภาษณ์นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 6 คน ที่เรียนแคลคูลัสเบื้องต้น ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความรู้สึกว่าการเขียนสื่อสารแนวคิดนี้ช่วยให้พวกเขามีความเข้าใจในความคิดรวบยอดเรื่องแคลคูลัสได้ดีขึ้น และยังพบอีกว่านักเรียนมีการใช้คำศัพท์อย่างถูกต้องในกิจกรรมการเขียนอย่างสร้างสรรค์ นับได้ว่าเป็นการส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ

พอร์เตอร์ (Porter, 2009) ได้ศึกษาความสามารถในการเขียนเพื่ออธิบายความเข้าใจในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการศึกษาคณิตศาสตร์ขั้นสูงที่วิทยาลัยเซนต์แมรี โดยเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการอ่าน เขียน และมีความรู้เกี่ยวกับการพิสูจน์ ซึ่งเทคนิคอย่างหนึ่งของการเรียนที่เน้นการอ่านและการเขียนนี้ คือ ให้นักเรียนเขียนอธิบายเทคนิคการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 4 หน้ากระดาษ จากผลการศึกษาพบว่านักเรียนในห้องเรียนที่เรียนรู้แบบนี้สามารถเขียนการพิสูจน์แบบอุปนัยทางคณิตศาสตร์ได้ ในขณะที่นักเรียนห้องอื่นที่ไม่ได้เรียนรู้แบบนี้เขียนการพิสูจน์โดยหาข้อขัดแย้ง นับได้ว่าการให้นักเรียนได้เขียนอธิบายเพื่อสื่อสารแนวคิดหรือความเข้าใจนั้นเป็นประโยชน์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป

โวลฟ์ (Wolf, 2009) ได้ศึกษาความเข้าใจเชิงลึกในเรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยเน้นทักษะการสื่อสารทั้งการพูด การอภิปรายกับผู้อื่น และการเขียนเพื่ออธิบายคำตอบในเรื่องปัญหาเศษส่วนที่ซับซ้อน จากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องเศษส่วนอย่างลึกซึ้ง เมื่อเรียนรู้จบหน่วยแล้วนักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นกว่าก่อนเรียน ทั้งการพูด การอภิปรายในชั้นเรียน และการเขียน มีผลทำให้นักเรียนรู้สึกมีความสุขในการเรียนและมีความมั่นใจเพิ่มมากขึ้น นับว่าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นประสบผลสำเร็จอย่างยอดเยี่ยมทั้งทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดการกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 460 คน จาก 12 ห้อง

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 80 คน จาก 2 ห้อง ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แบ่งออกเป็น

3.1.2.1 กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 1/12 จำนวน 40 คน ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.1.2.2 กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 1/10 จำนวน 40 คน ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

3.2.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 18 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

3.2.1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 18 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินผลการทดลอง ได้แก่

3.2.2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.2.2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 5 ข้อ

3.2.2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 5 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 18 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสารคามพิทยาคม สารระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาสรุปสาระการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัส ค21202 ที่ต้องเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ประกอบด้วย 4 เรื่องย่อย ดังนี้

เรื่องที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนรู้จักสมการ

เรื่องที่ 2 สมการและคำตอบของสมการ

เรื่องที่ 3 การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เรื่องที่ 4 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1.3 ศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) จากตำรา เอกสาร ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4 แบ่งเนื้อหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ออกเป็น 4 เรื่อง ในแต่ละเรื่องประกอบด้วยจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

- 1.4.1 เรื่อง การเตรียมความพร้อมก่อนรู้จักสมการ
ใช้เวลา 3 ชั่วโมง
- 1.4.2 เรื่อง สมการและคำตอบของสมการ
ใช้เวลา 3 ชั่วโมง
- 1.4.3 เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ใช้เวลา 5 ชั่วโมง
- 1.4.4 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ใช้เวลา 7 ชั่วโมง

1.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงที่ใช้สอน ดังตาราง 7

ตาราง 7 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงที่ใช้สอน

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
-	ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน		3
1	แบบรูปและ ความสัมพันธ์	วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้ได้	1
2	นิพจน์พีชคณิต	1. บอกความหมายของนิพจน์พีชคณิตได้ 2. หาค่าของนิพจน์พีชคณิตโดยการแทนค่า ได้	1
3	นิพจน์พีชคณิต	1. เขียนนิพจน์พีชคณิตแทนข้อความจาก	1

แผนการ จัด การเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ 2. เขียนข้อความจากนิพนธ์พีชคณิตที่ กำหนดให้ได้ 3. หาค่าของนิพนธ์พีชคณิตจาก สถานการณ์ปัญหาได้อย่างหลากหลาย ทดสอบหลังเรียนจากแผนที่ 1-3 จำนวน 10 ข้อ (ไม่ใช่เวลาในแผน)	
4	สมการ	1. บอกความหมายของสมการได้ 2. เข้าใจและอธิบายลักษณะของสมการที่ เป็นจริงได้ 3. เข้าใจและอธิบายลักษณะของสมการที่ ไม่เป็นจริงได้	1
5	สมการและคำตอบ ของสมการ	1. บอกลักษณะของคำตอบของสมการได้ 2. เข้าใจและอธิบายลักษณะของสมการที่มี จำนวนบางจำนวนเป็นคำตอบได้ 3. เข้าใจและอธิบายลักษณะของสมการที่มี จำนวนทุกจำนวนเป็นคำตอบได้ 4. เข้าใจและอธิบายลักษณะของสมการที่ ไม่มีจำนวนใดเป็นคำตอบได้	1
6	สมการและคำตอบ ของสมการ	หาคำตอบของสมการโดยใช้วิธีการแทน ค่าตัวแปรได้	1
7	สมบัติการเท่ากัน	1. บอกสมบัติของการเท่ากัน (สมบัติ สมมาตร) ได้ 2. บอกสมบัติของการเท่ากัน (สมบัติ ถ่ายทอด) ได้	1
8	สมบัติการเท่ากัน	1. บอกสมบัติของการเท่ากันเกี่ยวกับการ บวกได้	1

แผนการ จัด การเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		2. บอกสมบัติของการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณได้	
		ทดสอบหลังเรียนจากแผนที่ 4-8 จำนวน 10 ข้อ (ไม่ใช่เวลาในแผน)	
9	การแก้สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว	สามารถแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่าง ง่ายได้	1
10	การแก้สมการเชิงเส้นตัว แปรเดียว	1. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้ สมบัติของการเท่ากันได้ 2. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยวิธีการ ที่หลากหลายได้	1
11	การแก้สมการเชิงเส้นตัว แปรเดียว	1. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้ สมบัติของการเท่ากันได้ 2. มีทักษะการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากันได้รวดเร็ว ทดสอบหลังเรียนจากแผนที่ 9-11 จำนวน 10 ข้อ (ไม่ใช่เวลาในแผน)	1
12	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว	1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัว แปรเดียวอย่างง่ายได้ พร้อมทั้งตระหนักถึง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา	1
13	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว	1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัว แปรเดียว (เงิน) พร้อมทั้งตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของคำตอบ 2. ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา	1
14	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว	1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัว แปรเดียว (อายุ) พร้อมทั้งตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	1

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		2. ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา	
15	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว	1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (ระยะทาง) พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา	1
16	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว	1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (พื้นที่) พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา	1
17	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว	1. แก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา	1
18	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว	1. แก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายและเหมาะสม	1
	ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียน	ทดสอบหลังเรียนจากแผนที่ 12-18 จำนวน 10 ข้อ (ไม่ใช่เวลาในแผน)	3
	รวมทั้งสิ้น		24

1.6 กำหนดรูปแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และจัดทำจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.7 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้สัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สาระ การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ จำนวน 18 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

ตัวอย่างรูปแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนที่ 1	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach)	
วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	หน่วยการเรียนรู้เรื่อง : หน่วยการเรียนรู้ย่อยเรื่อง :	จำนวน 1 คาบ เวลา 1 ชั่วโมง
ผู้ร่วมสร้างแผน		
ผู้บันทึก		
ผู้สอน		
วันที่สอน		

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

1. เป้าหมายของบทเรียนระดับหน่วยการเรียนรู้และเป้าหมายของบทเรียนในแต่ละคาบในหน่วยการเรียนรู้ (Aim of the Lesson)

1.1 เป้าหมายของบทเรียนระดับหน่วยการเรียนรู้

1.2 เป้าหมายของบทเรียนในแต่ละคาบในหน่วยการเรียนรู้

2. ขั้นตอนการสร้างสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

2.1 เนื้อหาสาระ ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่ต้องการจะเน้นในสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดของหน่วยการเรียนรู้ (พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ไทยกับหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ญี่ปุ่น)

2.2 คำสำคัญในสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ธรรมชาติการคิดหรือกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนจากหน่วยการเรียนรู้ก่อนหน้า หรือจากชั้นเรียนก่อนหน้า หรือจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่ครูรู้ ที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาสาระ ทักษะ กระบวนการ และ

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่กำหนดในข้อ 2.1 เพื่อใช้ในการพิจารณาภาษาที่จะกำหนดคำสำคัญ (Key words) ในสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

2.3 สถานการณ์ปัญหาในรูปคำสั่งที่ชัดเจนและนักเรียนเข้าใจได้ง่าย ๆ

2.4 การสร้างหรือออกแบบสื่อให้สัมพันธ์กับคำสั่งในสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด โดยมีสื่อหลักที่ใช้ในการสร้างสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด และสื่อส่งเสริมที่จะใช้ในขณะที่ยังนักเรียนนำเสนอแนวคิดต่อชั้นเรียน หรือในขณะที่ครูสรุปบทเรียน

2.5 การกำหนดเวลาที่ใช้ในแต่ละคำสั่ง และการกำหนดคาบพร้อมกับเป้าหมายของบทเรียนของแต่ละคาบ

ขั้นที่ 1 ขั้นตอนการนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ขั้นที่ 2 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายบทเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นเชื่อมโยงและสรุปแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.6 การคาดคะเนแนวคิดของนักเรียนที่จะตอบสนองต่อคำสั่งแต่ละคำสั่ง

3. การจัดลำดับการนำเสนอแนวคิดของนักเรียนเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงทั้งแนวคิดและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และอื่น ๆ ของบทเรียนในแต่ละคาบ

4. ประเด็นที่จะใช้ในการร่วมอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายของบทเรียนในแต่ละคาบ

1.8 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและความเรียบร้อย แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้และระยะเวลาที่ใช้ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง โดยใช้แบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสม ปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด โดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51-5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	เหมาะสมมาก
2.51-3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	เหมาะสมน้อย
1.00-1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยค่าความเหมาะสมมีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.50-5.00 เป็นเกณฑ์
ตัดสิน ถือเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าไปใช้ได้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน
ประกอบด้วย

1.8.1 อาจารย์ศิริรัตน์ ชาวนา อาจารย์ประจำสาขาวิชา
คณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

1.8.2 อาจารย์ ดร.อินทิรา ไชยะ อาจารย์ประจำภาควิชา
คณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้าน
เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

1.8.3 นายสวัสดิ์ จันทมนตรี ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียน
สารคามพิทยาคม (วุฒิปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา
คณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้

1.8.4 นางยุพิน พลเรือง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคาม
พิทยาคม (วุฒิปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และ
แผนการจัดการเรียนรู้

1.8.5 นางเพชรจุ นามขัน ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียน
สารคามพิทยาคม (วุฒิปริญญาโท การวิจัยและการประเมินผลการศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัด
และประเมินผล

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้
วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.47 ถึง
4.61 และคะแนนเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.56 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

1.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปเสนอต่อ
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและความ
เรียบร้อยแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.10 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้
กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหานี้ โดยปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทดลองกับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1/11 จำนวน 40 คน และสังเกตพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด เพื่อพิจารณา
ข้อบกพร่องเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม
แต่ละขั้นตอนว่าเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่ จากนั้นนำข้อบกพร่องทั้งหมดของแผนการจัดการเรียนรู้
มาปรับปรุงแก้ไข

1.11 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วนำเสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์

1.12 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องซึ่งเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 18 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสารคามพิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.2 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาสรุปสาระการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัส ค21202 ที่ต้องเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ประกอบด้วย 4 เรื่องย่อย ดังนี้

เรื่องที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนรู้จักสมการ

เรื่องที่ 2 สมการและคำตอบของสมการ

เรื่องที่ 3 การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เรื่องที่ 4 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.3 ศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากตำรา เอกสาร ศึกษางานการวิจัยที่เกี่ยวข้องและปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

2.4 แบ่งเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ออกเป็น 4 เรื่องย่อย ประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

2.4.1 การเตรียมความพร้อมก่อนรู้จักสมการ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

2.4.2 สมการและคำตอบของสมการ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

2.4.3 การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ใช้เวลา 5 ชั่วโมง

2.4.4 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ใช้เวลา

7 ชั่วโมง

2.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงที่ใช้สอน

2.6 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยยึดตามรูปแบบ สสวท.

ตัวอย่างรูปแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

แผนที่ 1	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ	
วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	หน่วยการเรียนรู้เรื่อง: หน่วยการเรียนรู้ย่อยเรื่อง:	จำนวน 1 คาบ เวลา 1 ชั่วโมง
สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....		

มาตรฐานการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

สาระสำคัญ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ย่อย

กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นทบทวนความรู้เดิม

ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

ขั้นสรุป

ขั้นฝึกทักษะ

ขั้นนำความรู้ไปใช้

ขั้นประเมินผล

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

การวัดและประเมินผล

บันทึกหลังการสอน

ปัญหาอุปสรรค

พจนานุกรม ปณฺ ทิโต ชีเว

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

2.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อ คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและความเรียบร้อย แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้อง ของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้และ ระยะเวลาที่ใช้ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง โดยใช้แบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสม ปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด โดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51-5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	เหมาะสมมาก
2.51-3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	เหมาะสมน้อย
1.00-1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.46 ถึง 4.56 และคะแนน เฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.52 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

2.8 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปเสนอ คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและความเรียบร้อย แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหา นี้ โดยปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 จำนวน 40 คน และสังเกตพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด เพื่อพิจารณาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม แต่ละขั้นตอนว่าเป็นไปตามที่ กำหนดหรือไม่ จากนั้นนำข้อบกพร่องทั้งหมดของแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข

2.10 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว นำเสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์

2.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องซึ่งเป็นแผนการ จัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยดำเนินการ ดังต่อไปนี้
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปร
เดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มี
ขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือ แบบเรียน และวิธีสร้างแบบทดสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสาระการ
เรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัว
แปรเดียว แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ ใช้จริง 30 ข้อโดยสร้างให้มีความ
สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังตาราง 8

ตาราง 8 ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบย่อย	
		จำนวนข้อ ทั้งหมด	ต้องการ จริง
1. การเตรียมความพร้อม ก่อนรู้จักสมการ	1. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของแบบ รูปที่กำหนดให้ได้	2	1
	2. บอกความหมายของนิพจน์พีชคณิต และหาค่าของนิพจน์พีชคณิตโดยการ แทนค่าได้	3	2
	3. เขียนนิพจน์พีชคณิตแทนข้อความ จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ และเขียนข้อความจากนิพจน์พีชคณิตที่ กำหนดให้ได้	3	2

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบย่อย	
		จำนวนข้อ ทั้งหมด	ต้องการ จริง
	4. หาค่าของนิพจน์พีชคณิตจาก สถานการณ์ปัญหาได้อย่างหลากหลาย	3	2
2. สมการและคำตอบ ของสมการ	1. บอกความหมายของสมการ เข้าใจ และอธิบายลักษณะของสมการที่เป็น จริงและไม่เป็นจริงได้	3	2
	2. บอกลักษณะของคำตอบของสมการ และหาคำตอบของสมการโดยใช้วิธีการ แทนค่าตัวแปรได้	3	2
	3. บอกสมบัติของการเท่ากันได้	2	1
3. การแก้สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว	1. สามารถแก้สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียวอย่างง่ายได้	4	2
	2. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้ สมบัติของการเท่ากันได้และวิธีการที่ หลากหลายได้	4	3
	3. มีทักษะการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากันได้ รวดเร็ว	3	2
4. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิง เส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายได้ พร้อมทั้ง ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของ คำตอบ	8	6
	2. ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่าง หลากหลายและเหมาะสม	7	5
	รวม	45	30

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้าง ให้ผู้เชี่ยวชาญ
พิจารณาประเมินความสอดคล้องด้านความเหมาะสมของสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้
และข้อคำถาม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5
ท่าน

การประเมินโดยพิจารณาจากค่าความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์ที่ต้องการประเมิน
ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์ที่ต้องการประเมิน
ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่จัดตามจุดประสงค์ที่ต้องการประเมิน

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้มาตรวจสอบค่า IOC
ซึ่งพิจารณาคัดเลือกข้อสอบโดยถือเกณฑ์ความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00 ถือว่าเป็นข้อสอบที่อยู่ใน
เกณฑ์ใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินความสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ 0.80-1.00 เสนอต่อคณะกรรมการควบคุม
วิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณา

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไป
ทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 ในปี
การศึกษา 2562 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งเป็นนักเรียนที่
เคยเรียนเนื้อหา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.8 วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อ
หาค่าความยาก(P) ตั้งแต่ 0.20-0.80 แล้วหาค่าอำนาจจำแนก (B) ตามวิธีของเบรนนัน
(Brennan) โดยใช้เกณฑ์ตัดสินผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ 50% ที่มีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่
0.20-1.00 แล้วคัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 30 ข้อ ซึ่งได้ค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.53-0.78 แล้ว
หาค่าอำนาจจำแนก (B) ได้ค่าตั้งแต่ 0.26-0.82

3.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกแล้วหาค่าความ
เชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{cc}) โดยวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) ผลปรากฏว่า
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.88

3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่คัดเลือกแล้วไป
จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัย
ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือ แบบเรียน และวิธีสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4.3 สร้างตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

4.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้จริง 5 ข้อ โดยสร้างให้มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งในแบบวัดนี้ได้กำหนดให้นักเรียนเขียนเป็นขั้นตอน ได้แก่ ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบผล ดังตาราง 9

ตาราง 9 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบย่อย	
		จำนวนข้อทั้งหมด	ต้องการจริง
แบบรูปและความสัมพันธ์	เขียนนิพจน์พีชคณิตแทนข้อความจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ และหาค่าของนิพจน์พีชคณิตจากสถานการณ์ปัญหาได้อย่างหลากหลาย	2	1
สมการและคำตอบของสมการ	บอกลักษณะของคำตอบของสมการและหาคำตอบของสมการโดยใช้วิธีการแทนค่าตัวแปรได้	2	1
สมการและคำตอบ	แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากัน	2	1

ของสมการ	ได้และวิธีการที่หลากหลายได้		
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายได้ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	2	1
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายและเหมาะสม	2	1
รวม		10	5

4.5 สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 8 คะแนน โดยแบ่งการให้คะแนนเป็น 4 ส่วน ส่วนละ 2 คะแนน แต่ละส่วนมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตาราง 10

ตาราง 10 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาที่ปรากฏ
ทำความเข้าใจปัญหา	2	มีเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงความเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน
	1	มีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหาเพียงบางส่วน หรือมีบางส่วนเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายของปัญหาบางส่วนผิด
	0	ไม่มีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหา
วางแผนการแก้ปัญหา	2	มีการเขียนวางแผนการแก้ปัญหาและสื่อความหมายได้อย่างชัดเจนครบถ้วนซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม
	1	มีการเขียนวางแผนการแก้ปัญหา แต่ไม่เหมาะสมหรือสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	0	ไม่มีการวางแผนการแก้ปัญหา หรือมีการเขียนแผนการแก้ปัญหา แต่ไม่สื่อความหมาย

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาที่ปรากฏ
การดำเนินการ แก้ปัญหา	2	มีการแสดงวิธีการทำเป็นขั้นตอน สื่อความหมายชัดเจนสมบูรณ์ ไม่มีความผิดพลาดในการคำนวณ แต่อาจมีการเขียนสัญลักษณ์ บางอย่างที่ไม่ส่งผลต่อการหาคำตอบผิดพลาดเล็กน้อย
	1	มีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความ แสดงวิธีทำที่เหมาะสมเกือบสมบูรณ์ หรือเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความสมบูรณ์แต่มีการคำนวณ ผิดพลาด
	0	ไม่มีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความ ใดเลยหรือมีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียน ข้อความแต่ไม่ใช้วิธีที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการ
การตรวจสอบผล	2	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจสอบคำตอบที่เหมาะสมถูกต้อง สมบูรณ์ไม่มีข้อผิดพลาดใดเลย
	1	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจสอบคำตอบที่เหมาะสมถูกต้อง แต่มี ความผิดพลาดในการคำนวณหรือเขียนสัญลักษณ์ผิดพลาด
	0	ไม่มีการเขียนหรือแสดงการตรวจสอบคำตอบ หรือมีการเขียนแสดง การตรวจสอบคำตอบไม่เหมาะสม ไม่สามารถยืนยันคำตอบที่คำนวณ ได้

4.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินความสอดคล้องด้านความ
เหมาะสมของสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และข้อคำถามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ
ความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน

การประเมินโดยพิจารณาจากค่าความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามหัวข้อที่ต้องการประเมิน
ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามหัวข้อที่ต้องการประเมิน
ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่วัดตามหัวข้อที่ต้องการประเมิน

4.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้มาตรวจสอบค่า IOC ซึ่งพิจารณาคัดเลือกข้อสอบโดยถือ
เกณฑ์ความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00 ถือว่าเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ ซึ่งผลการประเมิน

ความสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ 0.80-1.00 เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณา โดยคณะกรรมการได้เสนอแนะให้แก้ไขการใช้ภาษา และการใช้สัญลักษณ์ ให้ถูกต้องสมบูรณ์

4.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่าง คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 ที่เคยเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

4.9 วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นรายข้อด้วยการใช้สูตรของวิทเนย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจ จำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 - 1.00 และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยใช้สูตร การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แล้วคัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 5 ข้อ ซึ่งได้ค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.41-0.78 และ ค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.47-0.79 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตนัย เท่ากับ 0.61

4.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่คัดเลือกแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ก่อน นำไปใช้จริง

4.11 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ตรวจสอบคุณภาพแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง จำนวน 5 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5. การสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 5 ข้อ ผู้วิจัยดำเนินการ ดังต่อไปนี้

5.1 ศึกษาทฤษฎีเนื้อหาสาระ แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของจิตติมา ขอบเอียด (2551) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

5.2 สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน โดยแบ่งการให้คะแนนเป็น 4 ส่วน ส่วนละ 3 คะแนน แต่ละส่วนมีเกณฑ์การให้คะแนน

ตาราง 11 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมที่ปรากฏ
อธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง	3	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง เพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องทั้งหมด ตามลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน
	2	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง เพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องทั้งหมดตามลำดับขั้นตอนชัดเจนเป็นบางส่วน
	1	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง เพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้ถูกต้องเป็นบางส่วนตามลำดับขั้นตอนชัดเจนบางส่วน
	0	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง เพื่อสื่อความหมายแนวคิดในการหาคำตอบ
อธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง	3	พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
	2	พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่
	1	พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นบางส่วน
	0	พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล นำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้	3	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผล
	2	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นส่วนใหญ่
	1	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมา

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมที่ปรากฏ
		ประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นบางส่วน
	0	ไม่สามารถพูดอธิบาย ใช้ท่าทาง แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้
สรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน	3	พูดสรุปได้อย่างถูกต้องทั้งหมดและชัดเจนตามสถานการณ์ที่กำหนด
	2	พูดสรุปได้อย่างถูกต้องทั้งหมดและชัดเจนเป็นบางส่วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
	1	พูดสรุปได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วนและชัดเจนเป็นบางส่วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
	0	ไม่สามารถพูดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

พฤติกรรมที่สังเกต	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
1. พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง แสดงแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง				
2. พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง				
3. พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้				
4. พูดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน				

ผู้สังเกต ชื่อ.....นามสกุล.....

5.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินความสอดคล้องด้านความเหมาะสมของ

สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และข้อคำถามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน

5.4 นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน ประเมินตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับหัวข้อการประเมิน โดยใช้วิธีประเมินวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IOC)

การประเมินโดยพิจารณาจากค่าความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามหัวข้อที่ต้องการประเมิน
ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามหัวข้อที่ต้องการประเมิน
ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่วัดตามหัวข้อที่ต้องการประเมิน

ตัดสินถือเป็นแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ได้

5.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้มาตรวจสอบค่า IOC ซึ่งพิจารณาคัดเลือกข้อสอบโดยถือเกณฑ์ความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00 ถือว่าเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินความสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ 0.80-1.00 เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณา โดยคณะกรรมการได้เสนอแนะให้แก้ไขการใช้ภาษา และการใช้สัญลักษณ์ ให้ถูกต้องสมบูรณ์

5.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 ที่เคยเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

5.7 วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นรายข้อด้วยการใช้สูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 - 1.00 และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แล้วคัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 5 ข้อ ซึ่งได้ค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.63-0.78 และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.63-0.82 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตนัย เท่ากับ 0.64

5.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่คัดเลือกแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ก่อนนำไปใช้จริง

5.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ตรวจสอบคุณภาพแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง จำนวน 5 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนจำนวน 5 ข้อใช้เวลา 60 นาที และทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนจำนวน 5 ข้อใช้เวลา 60 นาที เพื่อทดสอบความรู้พื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างก่อนทำการดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้

3.3.2 ดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 80 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยแบ่งออกเป็น

3.3.2.1 กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 1/12 จำนวน 40 คน ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.3.2.2 กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 1/10 จำนวน 40 คน ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.3.3 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (Post-test) หลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นลงโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.3.5 ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.3.6 ทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการตามแบบแผนแบบ Randomized Control Group Pretest Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538) มีลักษณะการทดลองดังตาราง ต่อไปนี้

ตาราง 12 แผนการทดลอง

กลุ่ม	Pretest	Treatment	Posttest
E	T ₁	X ₁	T ₁
C	T ₂	X ₂	T ₂

จากตาราง สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง
C	แทน	กลุ่มควบคุม
X ₁	แทน	การสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
X ₂	แทน	การสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
T ₁	แทน	การสอบวัดผลสัมฤทธิ์ การแก้ปัญหา การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
T ₂	แทน	การสอบวัดผลสัมฤทธิ์ การแก้ปัญหา การสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. ขออนุญาตดำเนินการทดลองต่อผู้บริหารโรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26
2. จัดกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 1 ห้องเรียน โดยจับสลากห้องเรียนทั้ง 2 ห้อง ซึ่งได้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/12 จำนวนนักเรียน 40 คน เป็นกลุ่มทดลองใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/10 จำนวนนักเรียน 40 คน เป็นกลุ่มควบคุมใช้แผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. จัดปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ บทบาทของผู้เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ และวิธีการประเมินผลการเรียน

4. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เวลาในการทดลอง 18 ชั่วโมง ไม่รวมการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

5. ดำเนินการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.4 การจัดการกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังการทดลอง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนี้

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างใบกิจกรรม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน และแบบทดสอบย่อย กับคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ โดยหาค่า E_1/E_2

2. หาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติโดยการเปรียบเทียบคะแนนที่เปลี่ยนแปลงจากคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนกับคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกัน

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ตามสมมติฐานการวิจัยโดยใช้ MANOVA

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติ ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.1.1 การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (IOC) จากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อสอบหรือระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชีวิตที่เกี่ยวข้อง

$\sum R_i$ แทน ผลรวมของคะแนนระดับความสอดคล้องที่

ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมิน

1.1.2 การหาค่าความยาก (Difficulty) ของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2552)

$$p = \frac{f}{n}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

f แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก

n แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้น

1.1.3 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์โดยวิธีของ Brennan จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2552)

$$B = \frac{f_P}{n_P} - \frac{f_F}{n_F}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนก

f_P แทน จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มผ่านเกณฑ์

f_F	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์
n_P	แทน	จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์
n_F	แทน	จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

1.1.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2552)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum_{i=1}^n x_i - \sum_{i=1}^n x_i^2}{(k - 1) \sum_{i=1}^n (x_i - c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum x_i$	แทน	ผลรวมคะแนนสอบของทุกคน
	c	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.2.1 การหาระดับความยาก (p) ของแบบทดสอบจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2547)

$$p = \frac{S_h + S_l - (n_t)(X_{\min})}{(n_t)(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	S_h	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_l	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่ได้
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ได้
	n_t	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

1.2.2 การหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) (พร้อมพรรณ อุคมสิน, 2547)

$$r = \frac{S_h - S_l}{n_h (X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	S_h	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_l	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่ได้
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ได้
	n_h	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูง

1.2.3 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (ไพศาล วรคำ, 2552) ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$\sum S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด t

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 การหาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2552) ดังนี้

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum x_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
	n	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม

2.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ไพศาล
วรคำ. 2552) ดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	X	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3. การหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 ใช้สูตร E_1/E_2
(ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2537) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x_i$	แทน	ผลรวมคะแนนของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียน ผลงาน และการทดสอบของทุกคน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียน
	n	แทน	จำนวนผู้เรียน

พหุ ประถมศึกษา

$$E_2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum y_i$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้
	n	แทน	จำนวนผู้เรียน

4. ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) หรือความแตกต่างของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนหรือเป็นการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม การหาดัชนีประสิทธิผล (เผชญิ กิจระการ, 2544) มีสูตรดังนี้

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{Total - P_1}$$

เมื่อ	$E.I.$	แทน	ดัชนีประสิทธิผล
	P_1	แทน	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน
	P_2	แทน	ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน
	$Total$	แทน	ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

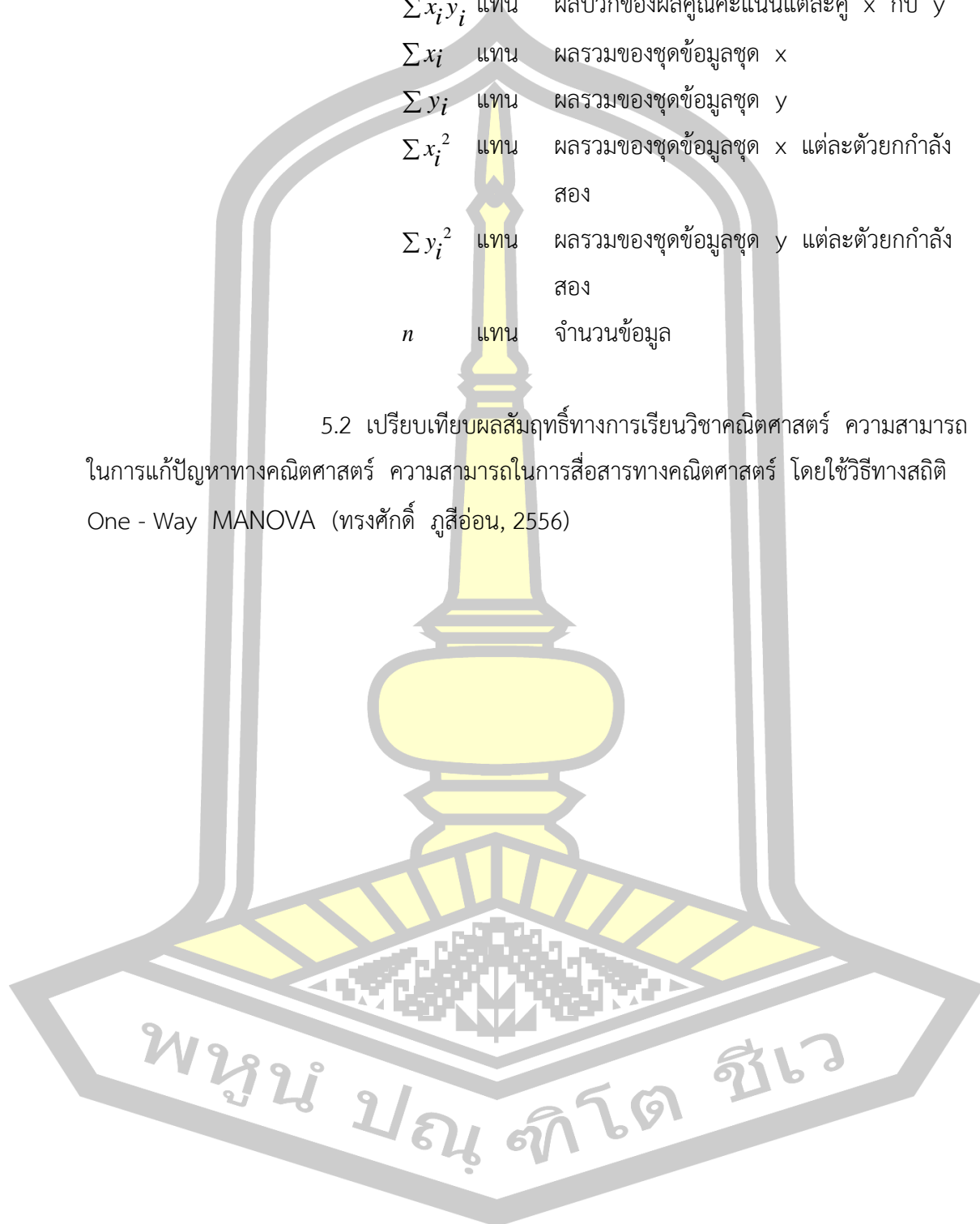
5. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน

5.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (r) โดยใช้สูตร (ภัทรสินี ภัทรโกศล, 2550) ดังนี้

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

เมื่อ	r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum x_i y_i$	แทน	ผลบวกของผลคูณคะแนนแต่ละคู่ x กับ y
	$\sum x_i$	แทน	ผลรวมของชุดข้อมูลชุด x
	$\sum y_i$	แทน	ผลรวมของชุดข้อมูลชุด y
	$\sum x_i^2$	แทน	ผลรวมของชุดข้อมูลชุด x แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum y_i^2$	แทน	ผลรวมของชุดข้อมูลชุด y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนข้อมูล

5.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีทางสถิติ One - Way MANOVA (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2556)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{x}	แทน คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
E_1	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
E.I.	แทน ดัชนีประสิทธิผล
df	แทน ชั้นแห่งความอิสระ (Degrees of Freedom)
p	แทน p-value
F	แทน ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน (F-test)
SS	แทน ผลรวมของกำลังสองทั้งหมด
MS	แทน ผลรวมกำลังสองเฉลี่ยทั้งหมด

4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการ
การแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปร
เดียว

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
ผลปรากฏดังตาราง

ตาราง 13 ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนระหว่างเรียน
จากการประเมิน ใบกิจกรรม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน และแบบทดสอบย่อย กับ
คะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการ
แบบเปิด

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (30)	คะแนนรวมระหว่างเรียน			อัตราส่วน 30:30:40				ทดสอบหลังเรียน (30)
		ใบกิจกรรม (360)	การนำเสนอหน้าชั้นเรียน (288)	ทดสอบย่อย (40)	ใบกิจกรรม (30)	การนำเสนอหน้าชั้นเรียน (30)	ทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	
1ก	15	343	265	32	28.58	27.60	32	88.19	24
2ก	10	347	263	38	28.92	27.40	38	94.31	28
3ก	10	341	252	31	28.42	26.25	31	85.67	24
4ก	11	333	251	30	27.75	26.15	30	83.9	22
5ก	9	341	250	33	28.42	26.04	33	87.46	25
6ก	12	347	263	34	28.92	27.40	34	90.31	30

ตาราง 13 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (30)	คะแนนรวมระหว่างเรียน			อัตราส่วน 30:30:40				ทดสอบหลังเรียน (30)
		ใบกิจกรรม (360)	การนำเสนอหน้าชั้นเรียน (288)	ทดสอบย่อย (40)	ใบกิจกรรม (30)	การนำเสนอหน้าชั้นเรียน (30)	ทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	
7ก	13	351	273	35	29.25	28.44	35	92.69	29
8ก	8	341	250	35	28.42	26.04	35	89.46	26
9ก	12	326	244	34	27.17	25.47	34	86.58	23
10ก	9	351	272	32	29.25	28.33	32	89.58	22
11ก	8	316	252	36	26.33	26.25	36	88.58	23
12ก	9	341	252	35	28.42	26.25	35	89.67	28
13ก	8	347	267	33	28.92	27.81	33	89.73	25
14ก	10	347	263	37	28.92	27.40	37	93.31	25
15ก	12	321	241	28	26.75	25.10	28	79.85	11
16ก	11	338	255	31	28.17	26.57	31	85.73	21
17ก	10	343	265	34	28.59	27.60	34	90.19	24
18ก	10	341	252	35	28.42	26.25	35	89.67	28
19ก	9	351	272	36	29.25	28.33	36	93.58	30
20ก	11	341	252	32	28.42	26.25	32	86.67	23
1ข	10	350	261	34	29.17	27.19	34	90.35	24
2ข	12	350	261	38	29.17	27.19	38	94.35	28
3ข	10	326	244	33	27.17	25.42	33	85.58	25
4ข	8	348	269	32	29	28.02	32	89.02	29
5ข	12	316	252	33	26.33	26.25	33	85.58	24
6ข	9	348	269	36	29	28.02	36	93.02	26
7ข	10	350	261	36	29.17	27.19	36	92.35	27

ตาราง 13 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (30)	คะแนนรวมระหว่างเรียน			อัตราส่วน 30:30:40				ทดสอบหลังเรียน (30)
		ใบกิจกรรม (360)	การนำเสนอหน้าชั้นเรียน (288)	ทดสอบย่อย (40)	ใบกิจกรรม (30)	การนำเสนอหน้าชั้นเรียน (30)	ทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	
8ข	11	341	250	34	28.42	26.04	34	88.46	27
9ข	12	326	245	33	27.17	25.52	33	85.69	29
10ข	12	348	269	32	29	28.02	32	89.02	25
11ข	12	338	255	33	28.17	26.56	33	87.73	25
12ข	10	316	252	31	26.33	26.25	31	83.58	21
13ข	12	341	250	29	28.42	26.04	29	83.46	23
14ข	11	348	269	33	29	28.02	33	90.02	28
15ข	13	351	269	32	29.25	28.02	32	89.27	23
16ข	12	338	255	37	28.17	26.56	37	91.73	30
17ข	12	316	252	30	26.33	26.25	30	82.58	24
18ข	10	343	265	35	28.59	27.60	35	91.19	26
19ข	11	343	265	33	28.59	27.60	33	89.19	24
20ข	12	350	261	34	29.17	27.19	34	90.35	25
รวม	428	13594	10328	1339	1132.91	1075.88	1339	3547.65	1016
ค่าเฉลี่ย	10.7	339.9	258.2	33.48	28.32	26.90	33.48	88.69	25.4
S.D.	1.59	10.97	8.88	2.33	0.92	0.92	2.33	3.36	2.55
ร้อยละ	35.7	94.41	89.66	83.69	94.41	89.66	83.69	88.69	84.67

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (E_1/E_2) เท่ากับ 88.69/84.67

จากตาราง 13 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีคะแนนเฉลี่ย จากการประเมินใบกิจกรรม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน และแบบทดสอบย่อย ระหว่างเรียน เฉลี่ยร้อยละ 88.69 แสดงว่า ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 88.69 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.40 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.67 แสดงว่า ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 84.67

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ปรากฏดังตาราง

ตาราง 14 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

การจัดการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล E.I.
			ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
แบบเปิด	40	30	428	1016	0.7617

จากตาราง 14 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีค่า 0.7617 คิดเป็นร้อยละ 76.17

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ปรากฏดังตาราง

ตาราง 15 คะแนนค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้
แบบปกติ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ผลการเรียนรู้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการ แบบเปิด			การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบปกติ		
	N	\bar{x}	S.D.	N	\bar{x}	S.D.
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	40	25.40	2.55	40	22.80	2.07
ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	40	32.75	3.71	40	30.40	2.23
ความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์	40	52.68	4.35	40	47.45	3.49

ตาราง 16 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การแก้ปัญหาและการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1	0.443**
ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์และความสามารถในการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์	0.443**	1

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 16 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ 0.05 จึงนำตัวแปรไปเปรียบเทียบโดยใช้ One - Way MANOVA

ตาราง 17 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการทางสถิติ One - Way MANOVA

สถิติทดสอบ	Value	F	Hypothesis df	Error df	p
Hotelling's trace	.670	16.973	3.000	76.000	.000

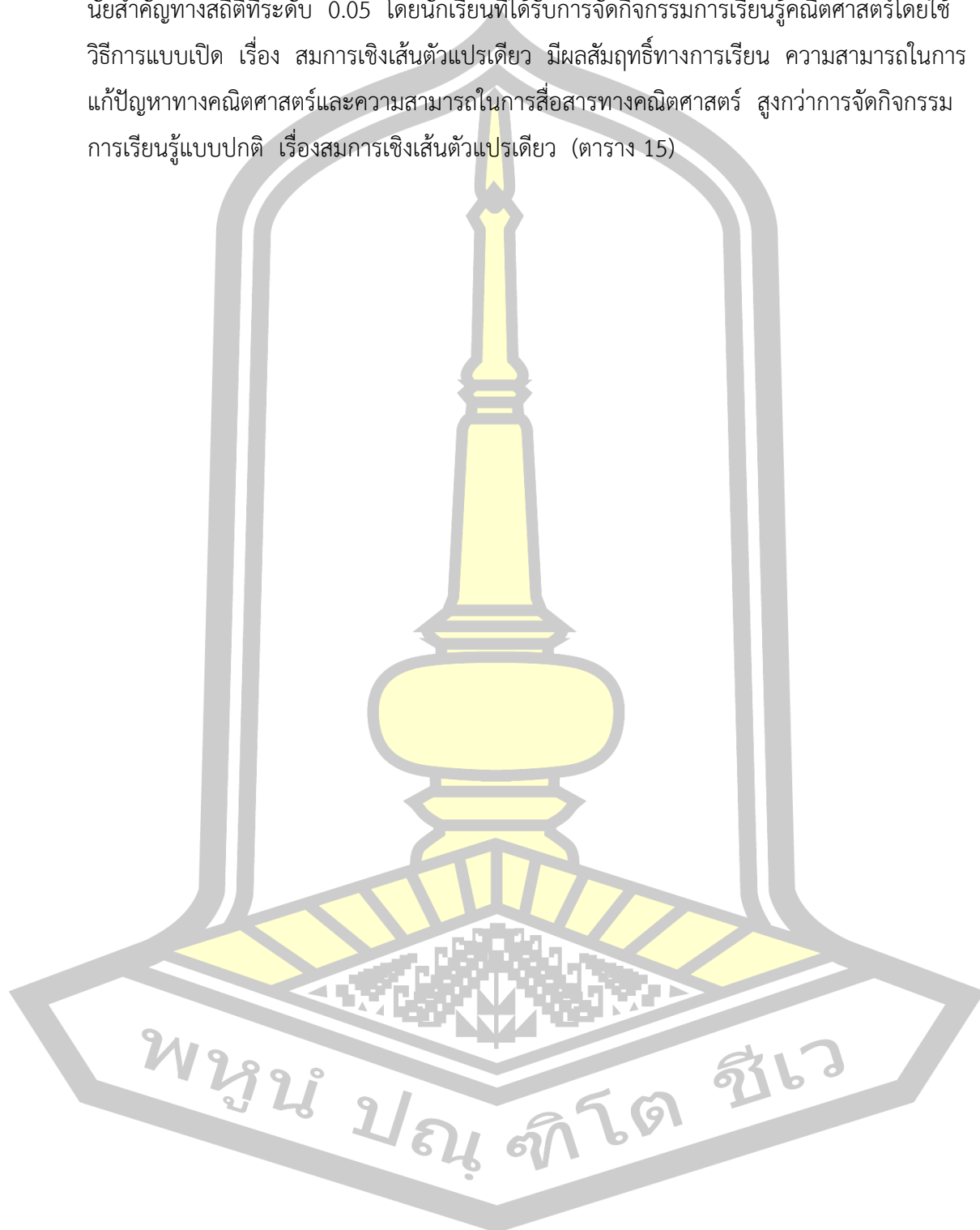
จากตาราง 17 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบ Univariate Tests

ตาราง 18 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้ Univariate Tests

ผลการเรียนรู้	SOV	SS	df	MS	F	p
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	Contrast	135.200	1	135.200	25.109	0.000
	Error	420.00	78	5.385		
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	Contrast	110.450	1	110.450	11.816	0.001
	Error	729.100	78	9.347		
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	Contrast	546.012	1	546.012	35.120	
	Error	1212.675	78	15.547		

จากตาราง 18 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (ตาราง 15)



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุปผล
6. อภิปรายผล
7. ข้อเสนอแนะ

5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

5.1.1 เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

5.1.2 เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

5.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- 5.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

5.2.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 18 แผน แผน ๆ ละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

5.2.1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 18 แผน แผน ๆ ละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

5.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินผลการทดลอง ได้แก่

5.2.2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

5.2.2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 5 ข้อ

5.2.2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 5 ข้อ

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

5.3.1 วัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนจำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที และทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนจำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที เพื่อทดสอบความรู้พื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างก่อนทำการดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้

5.3.2 วัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (Post-test) หลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นลง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5.3.3 ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนี้

5.4.1 หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนระหว่างการจัดการเรียนรู้อ กับคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 75/75 โดยหาค่า E_1/E_2

5.4.2 หาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการเปรียบเทียบคะแนนที่เปลี่ยนแปลงจากคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนกับคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกัน

5.4.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัดการจัดการเรียนรู้อแบบปกติ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

5.5 สรุปผล

จากการทดลอง สรุปผลดังนี้

5.5.1 แผนการจัดการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 88.69/84.67

5.5.2 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7617 คิดเป็นร้อยละ 76.17

5.5.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้อแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.6 อภิปรายผล

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยมีข้อค้นพบที่ควรนำอภิปรายผลดังนี้

5.6.1 ผลการพัฒนาแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 18 แผน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.69/84.67 นั่นคือ นักเรียนมีคะแนนรวมที่ได้จากการประเมิน ใบกิจกรรม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน และแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 88.69 และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 84.67 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และสอดคล้องกับแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (อินทร์ประสิทธิ์, 2555) กล่าวว่า การใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีเป้าหมายเพื่อให้ นักเรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขาควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ของพวกเขา และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ประภากร ปัญญาดี (2557) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง เวลา ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง เวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.46/80.69

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้น่าจะมีสาเหตุ ดังต่อไปนี้

5.6.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่สร้างและพัฒนาขึ้นได้ผ่านกระบวนการขั้นตอนในการจัดทำอย่างมีระบบ กล่าวคือ การวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ศึกษาเอกสารด้านเนื้อหา ด้านการวิจัย ทฤษฎีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการการทำงานกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจัดนักเรียนคละความสามารถ ประกอบด้วยนักเรียนเก่ง นักเรียนปานกลาง และนักเรียนอ่อน โดยนักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม การที่นักเรียนเก่งได้ช่วยเหลือนักเรียนที่อ่อน ได้แลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนเรียนรู้ไป

พร้อม ๆ กัน นักเรียนอ่อนจะไม่มีความรู้สึกด้อย จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งผู้วิจัยยังได้ศึกษาเทคนิคการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ การสร้างแบบทดสอบจากตำราต่าง ๆ ตลอดจนนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านได้ตรวจสอบ แก้ไข ปรับปรุง และยังผ่านการทดสอบกับนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ตามหลักสถิติก่อนนำไปใช้จริง

5.6.1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่สร้างและพัฒนาขึ้น เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านการออกแบบชั้นเรียนของครูผู้สอน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน 1) ขั้นตอนการนำเสนอปัญหาปลายเปิด เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด จากนั้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยครูใช้คำถามนำหรือกลวิธีเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหา 2) ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละคนวางแผนแก้ปัญหาอย่างอิสระ นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่หรือศึกษาแนวคิดเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งบันทึกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้น โดยครูใช้คำถามหรือกลวิธีกระตุ้นให้นักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาหรือคำตอบของปัญหาที่หลากหลาย 3) ขั้นการอภิปรายบทเรียน เป็นขั้นตอนที่ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม จากนั้นให้สมาชิกภายในกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิด วิธีการแก้ปัญหา เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีที่เหมาะสม ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 วิธี แล้วลงมือแก้ปัญหาร่วมกัน พร้อมทั้งบันทึกวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมพร้อมกับให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน 4) ขั้นเชื่อมโยงและสรุปแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันรวบรวมแนวคิดที่คล้ายกันที่ได้การนำเสนอหน้าชั้นเรียน แล้วสรุปเป็นข้อ ๆ จากนั้นครูเชื่อมโยงแนวคิดเข้ากับเป้าหมายของบทเรียนให้มีความลงตัวพอดี ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูได้เตรียมการมาแล้ว และให้นักเรียนสรุปเป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยถ้อยคำของตนเอง จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดจึงเป็นนวัตกรรมที่ช่วยในการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

5.6.2 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7617 คิดเป็นร้อยละ 76.17 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Tiyawong (2005) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นวิธีการแบบเปิด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น ร้อยละ 60 ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Vui (2008) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนที่ส่งเสริมการสื่อสารในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในประเทศเวียดนาม ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนใช้ภาษาในการสื่อสารแนวคิด ขยายแนวคิด เขียนอธิบายเหตุผล ให้เหตุผลประกอบในกระบวนการ

คิดของตนเองได้ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดเข้าใจในความคิดรวบยอดของบทเรียน และสอดคล้องกับ ผลการวิจัยของประภากร ปัญญาดี (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ ที่เน้นกระบวนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง เวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้ชุดการสอนคณิตศาสตร์ ที่ เน้นกระบวนการสอนด้วยวิธีแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

การที่ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการ แบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดน่าจะมี สาเหตุมาจาก

5.6.2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดครั้งนี้เป็นการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ส่วนบุคคลของนักเรียน โดยคำนึงถึง ความแตกต่างระหว่างบุคคล ความสามารถในการหาแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน และ สามารถนำ แนวทางดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ โดยครูต้องเรียนรู้แนวคิดของนักเรียน อย่างละเอียดเน้นการใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่สามารถเชื่อมโยงเข้าสู่โลกจริงของนักเรียนได้ ถ่ายทอดแนวคิดของตนเองให้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน จนสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเองได้ อีกทั้งยังมีสื่อการสอนที่ช่วยสนับสนุนแนวคิดของนักเรียน ทำให้เกิดความสนใจในการเรียน ตั้งใจ เรียนมากขึ้น

5.6.2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้มีการวางแผนจัดเรียงเนื้อหาลำดับความสำคัญก่อนหลัง เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นระบบ จึงเป็นสาเหตุให้นักเรียนได้รับทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

5.6.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของจิตติมา ชอบเอียด (2551) ได้ศึกษาการใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังจากใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับงานวิจัยของตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2556) ได้ ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลัง ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และความสามารถ

การในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับงานวิจัยของพัทธยากร บุศสุยา (2559) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ หะยิตาเฮร์ อัสมาร์ (2560) ได้ทำการวิจัย เรื่องผลของการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ใช้วิธีการสอนแบบเปิดมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 และหลังการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดนักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อวิธีการสอนแบบเปิดในระดับดี เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะว่าวิธีการสอนแบบเปิดเป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แก้ปัญหา (Problem Solving) ด้วยตนเองของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถคิดได้อย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งนักเรียนสามารถคิดแนวคิดได้อย่างหลากหลายโดยไม่จำกัดวิธีทำให้นักเรียนคิดได้อย่างอิสระ เมื่อนักเรียนถูกดึงศักยภาพของตนเองออกมาใช้ทำให้ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพราะนักเรียนไม่ถูกจำกัดแนวคิดในการหาคำตอบ ทำให้นักเรียนเกิดความคิดได้อย่างหลากหลายจึงทำให้นักเรียนที่ใช้วิธีการการสอนแบบเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

5.7 ข้อเสนอแนะ

5.7.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้

5.7.1.1 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อันส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

5.7.1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ควรใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended Problem) เป็นตัวช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ทำให้นักเรียนได้เปิดความคิดของตนเอง คิดกว้าง คิดหลากหลายและคิดสร้างสรรค์

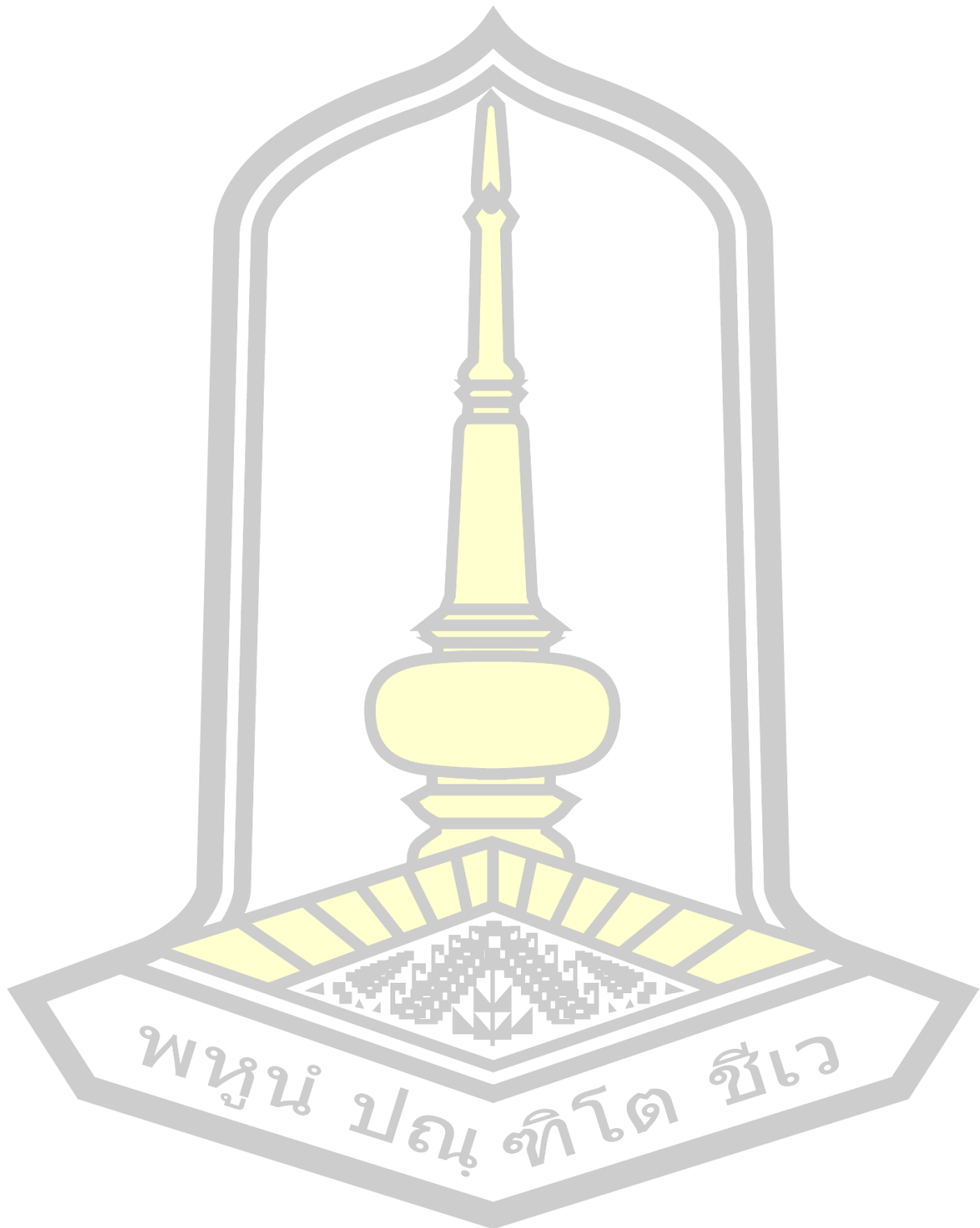
5.7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.7.2.1 ควรทำการศึกษาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในเรื่องอื่น ๆ เช่น จำนวนเต็ม เลขยกกำลัง ทศนิยมและเศษส่วน เป็นต้น

5.7.2.2 ควรศึกษาเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด กับการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่นๆ ที่ส่งผลต่อความพึงพอใจ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หรือตัวแปรอื่นๆ



บรรณานุกรม



กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่

2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับ*

ปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรรมการเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

จิตติมา ขอบเอียด. (2551). *การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการ*

สื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (หน้า 90-93). *ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม.*

(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open*

Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทาง

คณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

ประภัสสร เพชรสุ่ม. (2558). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถ*

ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สาขาวิชาการพัฒนา

หลักสูตรและการเรียนการสอน. นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด*

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด. (การมัธยมศึกษา)*. กรุงเทพฯ:

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พรภัทร สินดี. (2557). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มที่มีต่อ*

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และ

พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่องลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *ปริญญา*

นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.

พิทยากร บุสสยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.

สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2555). การใช้วิธีการพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนแบบ Open Approach เพื่อส่งเสริมการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์แบบ Lesson Study Approach. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2558). การพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach). เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในเขตพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

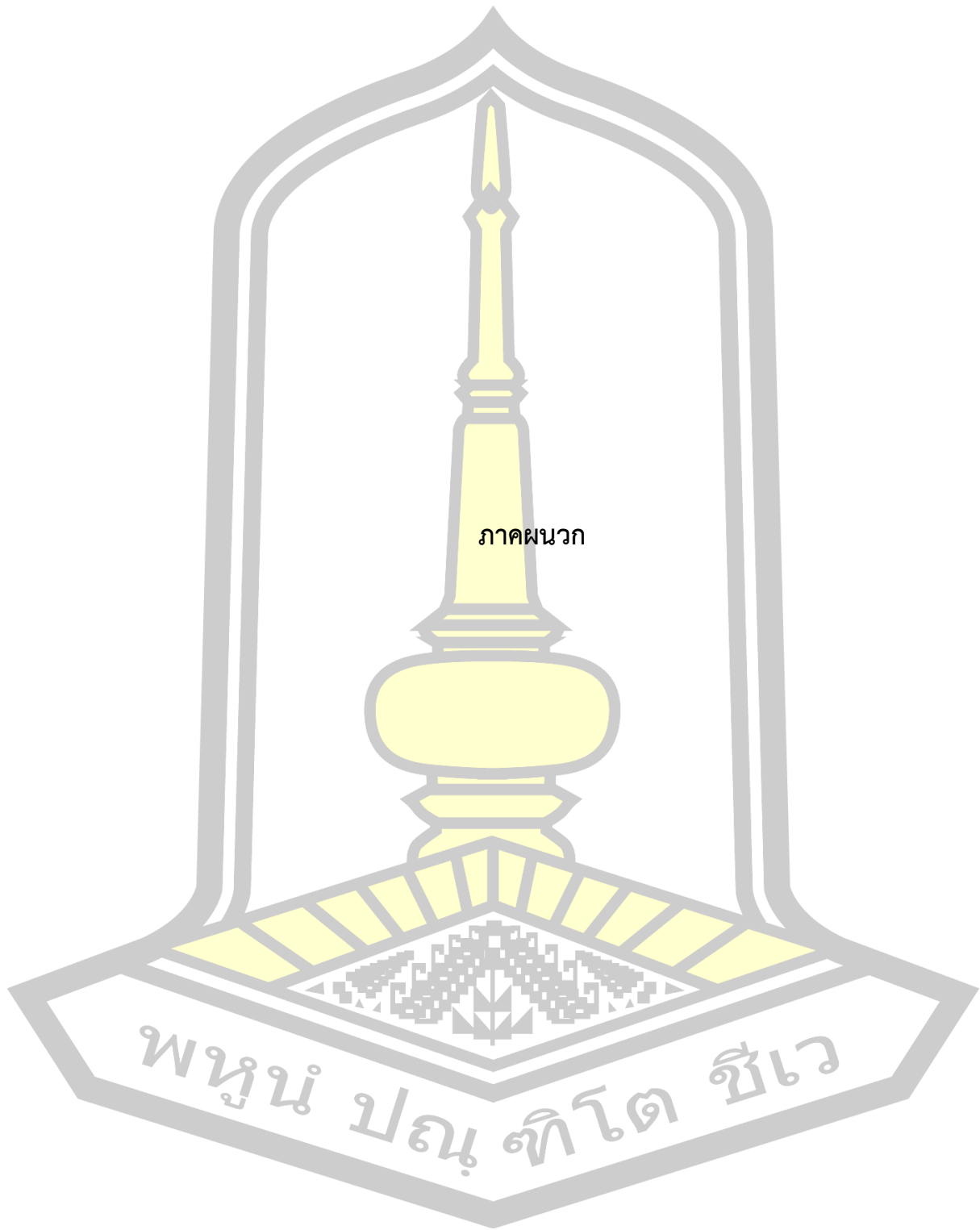
Inprasitha, M. (2010). Adapting Lesson Study in APEC Member Economies. *Proceeding of APEC Conference on Replicating Exemplary Practices in Mathematics Education (Surat Thani,)*, 127

Johanning, D. L. (2000). An analysis of writing and postwriting group collaboration in middle school pre-algebra. *School Science and Mathematics*, 100(3), 151–160.

NCTM. (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Natl Council of Teachers of Mathematics.

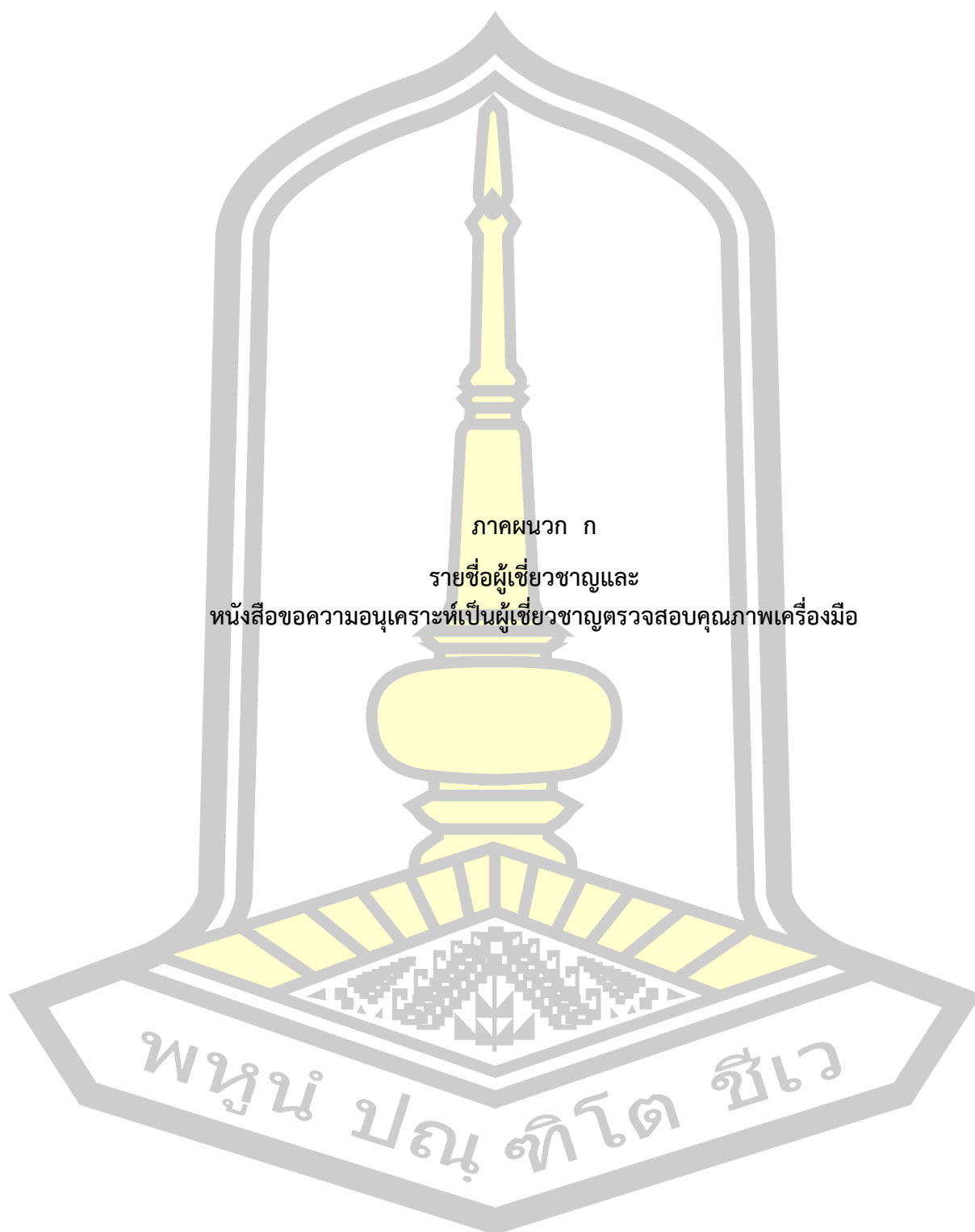
Nohda, N. (2000). A study of “open-approach” method in school mathematics teaching. *10th ICME, Makuhari, Japan*.

พูน ปรณ ทิโต ชีเว



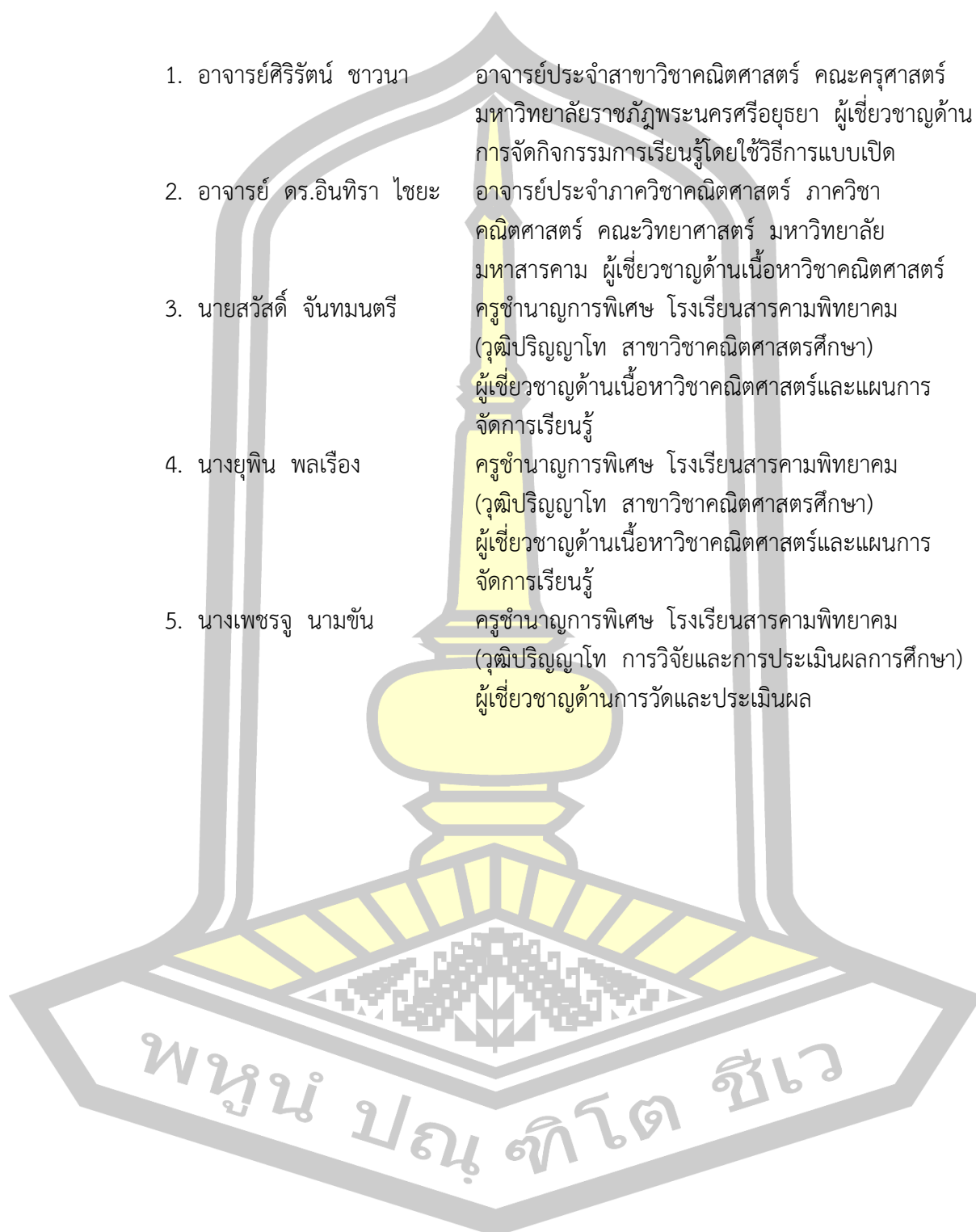
ภาคผนวก

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ศิริรัตน์ ชาวนา อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
2. อาจารย์ ดร.อินทิรา ไชยะ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
3. นายสวัสดิ์ จันทมนตรี ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม (วุฒิปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้
4. นางยุพิน พลเรือง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม (วุฒิปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้
5. นางเพชรจุ นามชั้น ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม (วุฒิปริญญาโท การวิจัยและการประเมินผลการศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล



(สำเนา)



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ โทร.0-4375-4244 ภายใน 1102

ที่ อว 0605.4(2)/ก 1๖๖

วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์อินทรา ไชยะ

ด้วยนางสาวพิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา โดยมี ผศ.มะลิวัลย์ ฤนาพรรณ และ รศ.นิภาพร ชูติมันต์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

๕

(รองศาสตราจารย์นิภาพร ชูติมันต์)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์

(สำเนา)



ที่ อว 0605.4(2)/ ๑1๐4

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

20 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณครูเพชรจุ นามขันธ์ ครูชำนาญการพิเศษ

ด้วยนางสาวพิมพ์สุภา วุ่นเหลียม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา โดยมี ผศ.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ และ รศ.นิภาพร ชุตินันต์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิติตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์
โทร./ โทรสาร 0-4375-4244

(สำเนา)



ที่ อว 0605.4(2)/ ๑1๐๕

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

20 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณครูยุพิน พลเรือง ครูชำนาญการพิเศษ

ด้วยนางสาวพิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา โดยมี ผศ.มะลิวัลย์ ฤนาพรรณ และ รศ.นิภาพร ชูติมันต์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์
โทร./โทรสาร 0-4375-4244

(สำเนา)



ที่ อว 0605.4(2)/๑1๐4

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

20 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขออนุญาตเคราะห้เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ศิริรัตน์ ชาวนา

ด้วยนางสาวพิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา โดยมี ผศ.มะลิวัลย์ ฤณาพรณ์ และ รศ.นิภาพร ชูติมันต์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุญาตเคราะห้จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตดจะได้อำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุญาตเคราะห้จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์โพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์
โทร./ โทรสาร 0-4375-4244

(สำเนา)



ที่ อว 0605.4(2)/๑1๐4

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

20 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณครูสวัสดิ์ จันทมนตรี ครูชำนาญการพิเศษ

ด้วยนางสาวพิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา โดยมี ผศ.มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ และ รศ.นิภาพร ชูติมันต์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

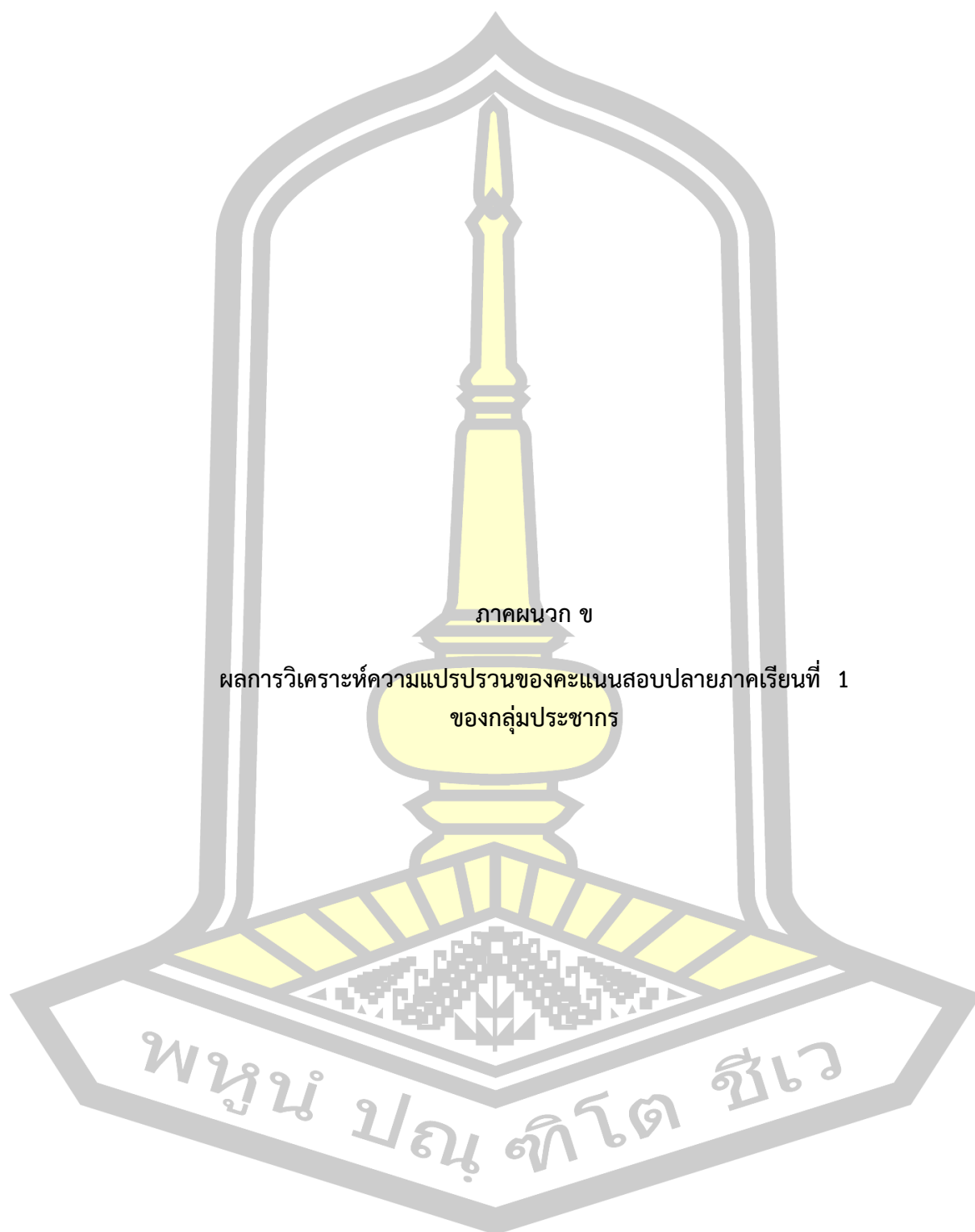
เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์
โทร./โทรสาร 0-4375-4244



ตารางภาคผนวก 1 วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้ง 2 ห้องเรียน

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2.115	1	0.705	0.070	0.976
ภายในกลุ่ม	1137.133	113	10.063		
รวม	1139.248	114			







แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแบบเปิด (Open Approach)
 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 คาบที่ 3/18 จำนวน 1 ชั่วโมง
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
 เรื่องย่อย การเตรียมความพร้อมก่อนรู้จักสมการ
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หาจำนวนเหรียญกันเถอะ

วันที่ทำการสอน
 สถานที่สอน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 211 อาคาร 2 โรงเรียนสารคามพิทยาคม
 ผู้สร้างแผน นางสาวพิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม

1. เป้าหมายของบทเรียนระดับหน่วยการเรียนรู้และเป้าหมายของบทเรียนในแต่ละคาบในหน่วยการเรียนรู้ (Aim of the Lesson)

เป้าหมายของบทเรียนระดับหน่วยการเรียนรู้

1. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้ได้
2. บอกความหมายของนิพจน์พีชคณิตได้
3. หาค่าของนิพจน์พีชคณิตโดยการแทนค่าได้
4. เขียนนิพจน์พีชคณิตแทนข้อความจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
5. เขียนข้อความจากนิพจน์พีชคณิตที่กำหนดให้ได้
6. หาค่าของนิพจน์พีชคณิตจากสถานการณ์ปัญหาได้อย่างหลากหลาย

เป้าหมายของบทเรียนในแต่ละคาบในหน่วยการเรียนรู้

1. อธิบายวิธีการหาจำนวนเหรียญจากความสัมพันธ์ของน้ำหนักได้
2. เขียนนิพจน์พีชคณิตหรือประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
3. เขียนข้อความจากนิพจน์พีชคณิตที่กำหนดให้ได้

2. ขั้นตอนการสร้างสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

2.1 เนื้อหาสาระ ทักษะ กระบวนการ และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่ต้องการจะเน้นในสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดของหน่วยการเรียนรู้ (พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ไทย กับหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ญี่ปุ่น)

สาระสำคัญ

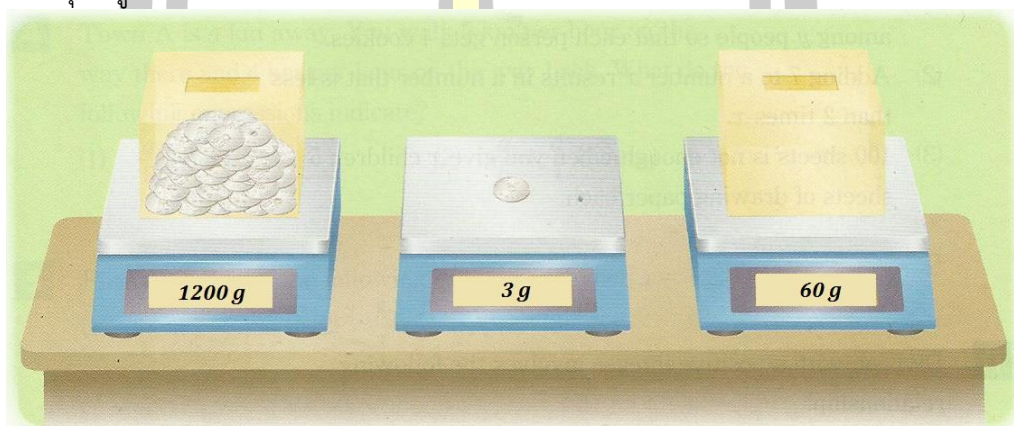
- วิธีการหาจำนวนเหรียญจากความสัมพันธ์ของน้ำหนัก
- การเขียนนิพจน์พีชคณิตหรือประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้
- การเขียนข้อความจากนิพจน์พีชคณิตที่กำหนดให้

เนื้อหาสาระ

“เรามาทดลองหาจำนวนเหรียญในกล่องโดยไม่เปิดกล่องกันเถอะ”

นักเรียน : เราน่าจะหาจำนวนเหรียญในกล่องโดยการชั่งน้ำหนักได้นะ

คุณครู : ถ้าอย่างนั้นเราจะต้องชั่งหาน้ำหนักของอะไรบ้าง



พบว่าจำนวนเหรียญในกล่องมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักดังต่อไปนี้

น้ำหนักทั้งหมด	
น้ำหนักของเหรียญ	น้ำหนัก

น้ำหนักของเหรียญในกล่อง คือ $1,200 - 60 = 1,140$ กรัม

เหรียญบาท 1 เหรียญหนัก 3 กรัม

จำนวนเหรียญในกล่องคือ $1,140 \div 3 = 380$ เหรียญ

ให้จำนวนของเหรียญในกล่อง คือ x

จะได้ความสัมพันธ์ของน้ำหนัก คือ (น้ำหนักเหรียญจำนวน x เหรียญ) + (น้ำหนักกล่อง) = (น้ำหนักทั้งหมด) เราสามารถสร้างนิพจน์พีชคณิตหรือประโยคสัญลักษณ์จากความสัมพันธ์ของน้ำหนักได้ว่า $3x + 60 = 1200$

ทักษะ กระบวนการ

1. นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการหาความสัมพันธ์จากสถานการณ์ปัญหา
2. นักเรียนให้เหตุผลในการอธิบายแนวคิดการหาจำนวนของเหรียญในกล่องรับบริจาค
3. นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาด้วยการพูดอธิบาย ใช้ท่าทาง แสดงการจำนวนเหรียญที่อยู่ในกล่องและประโยคสัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนักข้างต้น เพื่อประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนมีวินัยและมีมารยาทในการฟังเพื่อนนำเสนอแนวคิดและการร่วมแสดงความคิดเห็น
2. นักเรียนใฝ่เรียนรู้ เกิดข้อสงสัยหรือคำถามเพื่อให้เกิดการอภิปรายในชั้นเรียนและบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ลงในสมุด
3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน ร่วมมือกับเพื่อนทำงานกลุ่ม ให้ทันตามระยะเวลาที่กำหนด

2.2 คำสำคัญในสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ธรรมชาติการคิดหรือกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนจากหน่วยการเรียนรู้ก่อนหน้านี้ หรือจากชั้นเรียนก่อนหน้านี้ หรือจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่ครูรู้ ที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาสาระ ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่กำหนดในข้อ 2.1 เพื่อใช้ในการพิจารณาภาษาที่จะกำหนด “คำสำคัญ” (Key words) ในสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

- นิพจน์พีชคณิต ข้อความหรือประโยคที่ประกอบด้วยค่าคงตัวและตัวแปร ซึ่งอยู่ในรูปของการดำเนินการต่าง ๆ
- ตัวแปร ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ที่ใช้แทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า
- ค่าคงตัว ค่าค่าหนึ่งของตัวเลขซึ่งกำหนดตายตัวไว้ หรืออาจเป็นค่าที่ไม่ระบุตัวเลข
- ประโยคสัญลักษณ์ ประโยคสัญลักษณ์ คือ ประโยคที่เขียนแทนประโยคภาษาหรือประโยคข้อความ
- สมการ ประโยคสัญลักษณ์ที่มีเครื่องหมาย =

2.3 สถานการณ์ปัญหาในรูปคำสั่งที่ชัดเจนและนักเรียนเข้าใจได้ง่ายๆ

สถานการณ์ปัญหา

“โรงเรียนเป็นเจ้าภาพร่วมบุญกุฐิน จึงได้มีการขอรับบริจาคจากนักเรียนคนละ 1 บาท ซึ่งมีเหรียญ 1 บาท อยู่ในกล่องจำนวนหนึ่ง อยากรู้ว่าในกล่องรับบริจาคมีเหรียญอยู่ทั้งหมดกี่เหรียญ โดยที่ห้ามเปิดกล่อง”

- คำสั่ง : 1) จากความสัมพันธ์ของน้ำหนัก จงเขียนอธิบายวิธีการหาจำนวนเหรียญที่อยู่ในกล่อง
- 2) ให้ x แทนจำนวนเหรียญที่อยู่ในกล่อง จงเขียนประโยคสัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนักข้างต้น

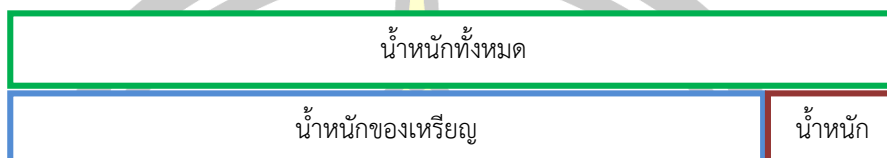
2.4 การสร้างหรือออกแบบสื่อให้สัมพันธ์กับคำสั่งในสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด โดยมีสื่อหลักที่ใช้ในการสร้างสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด และสื่อเสริมที่จะใช้ในขณะที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดต่อชั้นเรียน หรือในเวลาที่ครูสรุปบทเรียน

- สื่อหลัก
- กล่องรับบริจาค 2 กล่อง กล่องหนึ่งบรรจุเหรียญบาท 380 เหรียญ แต่อีกกล่องไม่บรรจุเหรียญ
- เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล
- แฉบสถานการณ์ปัญหาและแฉบคำสั่ง

- ใบกิจกรรม (รายกลุ่ม) เรื่อง หาจำนวนเหรียญกันเถอะ

สื่อเสริม

- รูปภาพการชั่งน้ำหนัก
- แถบข้อความดังต่อไปนี้
“(น้ำหนักเหรียญจำนวน x เหรียญ) + (น้ำหนักกล่อง) = (น้ำหนักทั้งหมด)”



“ประโยคสัญลักษณ์จากความสัมพันธ์ของน้ำหนักได้ว่า $3x + 60 = 1200$ ”

2.5 การกำหนดเวลาที่ใช้ในแต่ละคำสั่ง และการกำหนดคาบพร้อมกับเป้าหมายของบทเรียนของแต่ละคาบ

ช่วงที่ 1

ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา (7 นาที)

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียน และพูดคุยกับนักเรียนว่า “โรงเรียนเราเป็นเจ้าของภาพรวมบุญคุณ จึงได้มีการขอรับบริจาคจากนักเรียนคนละ 1 บาท ทำให้มีเหรียญ 1 บาท อยู่ในกล่องจำนวนหนึ่ง” จากนั้นบอกกับนักเรียนว่า “ครูอยากทราบจำนวนเหรียญที่อยู่ภายในกล่องว่ามีทั้งหมดเท่าไร จึงอยากให้นักเรียนช่วยครูคิดหน่อยว่าจะต้องทำอะไรถึงจะรู้จำนวนเหรียญที่อยู่ในกล่อง” (นักเรียนตอบว่าเดา ประมาณ เปิดกล่องและนับทีละอัน)
2. หลังจากที่นักเรียนบอกว่าสามารถหาจำนวนเหรียญโดยการเปิดกล่องแล้วนำมานับ ครูก็ถามนักเรียนต่อว่า “ถ้าหากไม่สามารถเปิดกล่องแล้วเอาเหรียญออกมานับทีละเหรียญได้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถหาจำนวนเหรียญได้หรือไม่ ถ้าหาได้จะหาด้วยวิธีใด” (นักเรียนช่วยกันตอบจนมีคนบอกว่า หาโดยใช้วิธีการชั่งน้ำหนัก)
3. ครูถามนักเรียนว่า “ถ้าใช้วิธีการชั่งน้ำหนักในการหาจำนวนเหรียญ นักเรียนคิดว่าจะต้องชั่งอะไรบ้าง” (สิ่งที่ต้องชั่ง คือ กล่องที่มีเหรียญ กล่องเปล่า และเหรียญบาท 1 เหรียญ)
4. ให้ตัวแทนนักเรียนออกมาชั่งน้ำหนักกล่องที่มีเหรียญ กล่องเปล่า และเหรียญบาท แล้วดูด้วยกันทุกคนว่าแต่ละอย่างมีน้ำหนักเท่าใด จากนั้นครูตีตรูปการชั่งน้ำหนักที่ละรูปตามสิ่งที่นักเรียนชั่งไว้บนกระดาน
5. ครูแจกใบกิจกรรมกลุ่มพร้อมนำเสนอคำสั่งที่ 1 บนกระดาน แล้วถามนักเรียนว่ามีใครสงสัยเกี่ยวกับกิจกรรมที่ให้ทำหรือไม่
คำสั่ง : 1) จากความสัมพันธ์ของน้ำหนัก จงเขียนอธิบายวิธีการหาจำนวนเหรียญที่อยู่ในกล่อง

ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (10 นาที)

1. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหา เพื่อหาวิธีการหาจำนวนของเหรียญ แล้วเขียนแสดงแนวคิดลงในใบกิจกรรมกลุ่ม

- ครูคอยเข้าไปชี้แนะนักเรียนและกระตุ้นให้ช่วยกันหาวิธีการหาจำนวนเหรียญในกล่อง หากนักเรียนกลุ่มใดเสร็จเร็วให้นักเรียนลองช่วยกันคิดหาวิธีการอื่น พร้อมสำรวจแนวคิดของนักเรียนที่แตกต่างกัน แล้วเรียงลำดับแนวคิดเพื่อนเตรียมนำเสนอแนวคิด

ขั้นอภิปรายผลและเปรียบเทียบแนวคิดทั้งชั้น (10 นาที)

- ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอ โดยให้นักเรียนกลุ่มที่มีแนวคิดในการเขียนแผนภาพแล้วหาจำนวนเหรียญทีละขั้นตอนนำเสนอ ก่อน โดยให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาของตนเองทีละขั้นตอน จากนั้นครูเขียนวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนตามที่นักเรียนอธิบายบนกระดาน
- ครูถามนักเรียนกลุ่มอื่นๆว่า “กลุ่มใดมีวิธีการคิดแบบนี้บ้าง และกลุ่มใดที่มีวิธีการแตกต่างจากเพื่อนบ้าง” แล้วเลือกนักเรียนกลุ่มที่มีแนวคิดแตกต่างจากเพื่อนออกมานำเสนอแนวคิด โดยให้กลุ่มที่สร้างความสัมพันธ์ของน้ำหนักออกมานำเสนอ
- ให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง แล้วครูเขียนแสดงวิธีคิดบนกระดาน จากนั้นถามนักเรียนว่า แนวคิดทั้งสองที่เพื่อนนำเสนอมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น
- ในกรณีที่ไม่มีกลุ่มใดมีแนวคิดในการเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนัก ครูผู้สอนจะขีดเส้นขึ้นมา 1 เส้น แล้วบอกว่าถ้านี่คือน้ำหนักทั้งหมด นักเรียนจะเขียนแสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนักโดยการวาดแผนภาพอย่างไร ถ้านักเรียนไม่เข้าใจก็ถามว่าจะแสดงการแบ่งน้ำหนักอย่างไรจึงจะเหมาะสม (ให้ทุกคนช่วยกันคิดและส่งตัวแทนนักเรียนออกมาเขียนแผนภาพต่อให้เสร็จ)

ขั้นสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (3 นาที)

- ครูทบทวนสิ่งที่เพื่อนนำเสนอทั้งหมด โดยเชื่อมโยงให้นักเรียนเห็นวิธีการหาจำนวนของเหรียญแต่ละแนวคิด โดยอธิบายว่า “จากแผนภาพจะเห็นว่า น้ำหนักทั้งหมดเกิดจากการนำน้ำหนักของเหรียญรวมกับน้ำหนักของกล่อง แล้วถ้าต้องการทราบจำนวนของเหรียญในกล่องว่ามีอยู่เท่าใด เราก็นำน้ำหนักของเหรียญในกล่องหารด้วยน้ำหนักของเหรียญบาท 1 เหรียญ ก็จะได้จำนวนของเหรียญทั้งหมดที่อยู่ในกล่องออกมา”

ช่วงที่ 2

ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา (3 นาที)

- ครูนำเสนอคำสั่งที่ 2) ให้ x แทนจำนวนเหรียญที่อยู่ในกล่อง จงเขียนประโยคสัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนักข้างต้น จากนั้นให้นักเรียนทำความเข้าใจ พร้อมซักถามข้อสงสัยเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันทั้งชั้นเรียน
- ครูแจกใบกิจกรรมให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม

ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (10 นาที)

- สมาชิกในกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหา เพื่อหาวิธีการเขียนประโยคสัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนัก

2. ครูคอยเข้าไปชี้แนะนักเรียนและกระตุ้นให้ช่วยกันเขียนประโยคสัญลักษณ์ให้ได้ หลากหลายรูปแบบที่สุด พร้อมสำรวจแนวคิดของนักเรียนที่แตกต่างกัน แล้วเรียงลำดับแนวคิดเพื่อเตรียมนำเสนอ

ขั้นอภิปรายผลและเปรียบเทียบแนวคิดทั้งชั้น (10 นาที)

1. นักเรียนออกมาแนะนำเสนอแนวคิดของตนเองตามลำดับที่ได้วางไว้ โดยให้อธิบายว่ากลุ่มของตนเองเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร แล้วครูเขียนแนวคิดของนักเรียนบนกระดาน
2. ให้นักเรียนกลุ่มที่นำเสนออธิบายให้เพื่อนฟังอีกรอบว่า “ทำอย่างไรนักเรียนถึงเขียนประโยคสัญลักษณ์นี้ขึ้นมาได้”
3. ให้นักเรียนช่วยกันดูว่าประโยคสัญลักษณ์ใดที่สอดคล้องกับแผนภาพความสัมพันธ์ของน้ำหนัก และเข้าใจได้ง่ายที่สุด (นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนสรุปได้ว่า คือ $3x + 60 = 1200$)

ขั้นสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (7 นาที)

1. ครูทบทวนประโยคสัญลักษณ์ที่นักเรียนนำเสนอทั้งหมด และเชื่อมโยงให้นักเรียนเห็นวิธีการหาจำนวนของเหรียญและประโยคสัญลักษณ์ที่ได้จากความสัมพันธ์ของน้ำหนัก โดยอธิบายว่า “จากแผนภาพจะเห็นว่า น้ำหนักทั้งหมดประกอบไปด้วยน้ำหนักของเหรียญและน้ำหนักของกล่องรวมกัน ทำให้เราสามารถสร้างประโยคสัญลักษณ์จากความสัมพันธ์ของน้ำหนักเหรียญ น้ำหนักกล่องและน้ำหนักทั้งหมดได้ว่า $3x + 60 = 1200$ ”
2. นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ลงในใบสะท้อนผลกิจกรรมของตนเอง

2.6 การคาดคะเนแนวคิดของนักเรียนที่จะตอบสนองต่อคำสั่งแต่ละคำสั่ง

คำสั่งที่ 1

- 1) สร้างแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนักแล้วหาจำนวนเหรียญทีละชั้นตอน

น้ำหนักทั้งหมด	
น้ำหนักของเหรียญ	น้ำหนักกล่อง

น้ำหนักกล่อง คือ 60 กรัม

น้ำหนักของเหรียญในกล่อง คือ $1200 - 60 = 1140$ กรัม

เหรียญบาท 1 เหรียญ หน้า 3 กรัม

จำนวนเหรียญในกล่องคือ $1140 \div 3 = 380$ เหรียญ

- 2) สร้างความสัมพันธ์ของน้ำหนัก

$$\begin{aligned} (\text{น้ำหนักของเหรียญในกล่อง}) &= (\text{น้ำหนักทั้งหมด}) - (\text{น้ำหนักกล่อง}) \\ &= 1200 - 60 \\ &= 1140 \end{aligned}$$

เหรียญบาท 1 เหรียญ หน้า 3 กรัม

$$\begin{aligned} (\text{จำนวนเหรียญในกล่อง}) &= (\text{น้ำหนักเหรียญทั้งหมด}) \div (\text{น้ำหนักของเหรียญบาท 1 เหรียญ}) \\ &= 1140 \div 3 \end{aligned}$$

$$= 380 \text{ เหรียญ}$$

จะได้ว่า จำนวนเหรียญในกล่องคือ 380 เหรียญ

$$3) 1200 - 60 = 1140 \rightarrow 1140 \div 3 = 380$$

$$4) (1200 - 60) \div 3 = \square \text{ หรือ } (1200 - 60) \div 3 = 380$$

คำสั่งที่ 2

$$1) (1200 - 60) \div 3 = x \text{ หรือ } x = (1200 - 60) \div 3$$

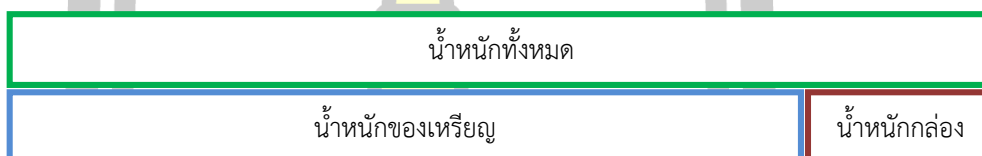
$$2) 1200 - 60 = 3x$$

$$3) 3x + 60 = 1200 \text{ หรือ } 1200 = 3x + 60$$

3. การจัดลำดับการนำเสนอแนวคิดของนักเรียนเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงทั้งแนวคิดและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และอื่น ๆ ของบทเรียนในแต่ละคาบ

ช่วงที่ 1

1) สร้างแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนักแล้วหาจำนวนเหรียญที่ละชั้นตอน



น้ำหนักทั้งหมดหนัก 1200 กรัม

น้ำหนักกล่อง คือ 60 กรัม

น้ำหนักของเหรียญในกล่อง คือ $1200 - 60 = 1140$ กรัม

เหรียญบาท 1 เหรียญหนัก 3 กรัม

จำนวนเหรียญในกล่องคือ $1140 \div 3 = 380$ เหรียญ

2) สร้างความสัมพันธ์ของน้ำหนัก

$$\begin{aligned} (\text{น้ำหนักของเหรียญในกล่อง}) &= (\text{น้ำหนักทั้งหมด}) - (\text{น้ำหนักกล่อง}) \\ &= 1200 - 60 \\ &= 1140 \end{aligned}$$

เหรียญบาท 1 เหรียญหนัก 3 กรัม

$$\begin{aligned} (\text{จำนวนเหรียญในกล่อง}) &= (\text{น้ำหนักเหรียญทั้งหมด}) \div (\text{น้ำหนักของเหรียญบาท 1 เหรียญ}) \\ &= 1140 \div 3 \\ &= 380 \text{ เหรียญ} \end{aligned}$$

จะได้ว่า จำนวนเหรียญในกล่องคือ 380 เหรียญ

$$3) 1200 - 60 = 1140 \rightarrow 1140 \div 3 = 380$$

$$4) (1200 - 60) \div 3 = \square \text{ หรือ } (1200 - 60) \div 3 = 380$$

ช่วงที่ 2

$$1) (1200 - 60) \div 3 = x \text{ หรือ } x = (1200 - 60) \div 3$$

$$2) 1200 - 60 = 3x$$

$$3) 3x + 60 = 1200 \text{ หรือ } 1200 = 3x + 60$$

4. ประเด็นที่จะใช้ในการรวมอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายของบทเรียนในแต่ละคาบ

1. นักเรียนจะมีวิธีการหาจำนวนเหรียญในกล่องอย่างไร
2. ถ้านักเรียนเลือกใช้การชั่งน้ำหนักในการหาจำนวนเหรียญ นักเรียนจะชั่งอะไรบ้าง
3. เมื่อทราบน้ำหนักแล้วนักเรียนจะแสดงวิธีการหาจำนวนเหรียญในกล่องอย่างไร
4. แนวคิดที่เพื่อนนำเสนอมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
5. ค่า x คืออะไร แล้วทำไมต้องใช้ x แทน
6. ทำไมนักเรียนจึงเขียนสมการได้ว่า $3x + 60 = 1200$
7. สิ่งที่ได้เรียนรู้ในการทำกิจกรรม





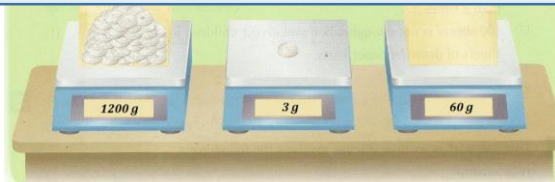
กลุ่ม.....

1. ชื่อเล่นเลขที่.....
2. ชื่อเล่นเลขที่.....
3. ชื่อเล่นเลขที่.....
4. ชื่อเล่นเลขที่.....

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง หาจำนวนเหรียญกันเถอะ

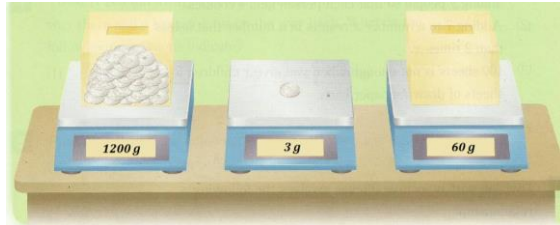
สถานการณ์ปัญหา “โรงเรียนเป็นเจ้าภาพร่วมบุญกฐิน จึงได้มีการขอรับบริจาคจากนักเรียนคนละ 1 บาท ซึ่งมีเหรียญ 1 บาท อยู่ในกล่องจำนวนหนึ่ง
 อยากรู้ว่าในกล่องรับบริจาคมีเหรียญอยู่ทั้งหมดกี่เหรียญ โดยที่ห้ามเปิดกล่อง”



คำสั่ง : 1) จากความสัมพันธ์ของน้ำหนัก จงเขียนอธิบายวิธีการหาจำนวนเหรียญที่อยู่ในกล่อง

2) ให้ x แทนจำนวนเหรียญที่อยู่ในกล่อง

จงเขียนประโยคสัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนักข้างต้น



แบบฝึกเสริมทักษะที่ 3

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนนิพจน์พีชคณิตแทนข้อความที่กำหนดให้ต่อไปนี้

- 1) จำนวนซึ่งมากกว่า t อยู่ 250
- 2) จำนวนซึ่งน้อยกว่า 56 อยู่ a
- 3) ผลบวกของ 5 เท่าของ x กับ 6
- 4) หกเท่าของผลบวกของ m กับ 116
- 5) ครึ่งหนึ่งของผลบวกของ n กับ 80
- 6) สามในห้าของสองเท่าของผลต่างของ y กับ 9
- 7) แปดเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งร่วมกับอีกหนึ่งในแปดของจำนวนจำนวนนั้น
- 8) ผลต่างของจำนวนจำนวนหนึ่งกับ 7 ทหารด้วย 12
- 9) ผลบวกของจำนวนเต็มสองจำนวนที่เรียงติดกัน
- 10) ผลบวกของจำนวนคี่สามจำนวนที่เรียงติดกัน

เฉลย

- 1) จำนวนซึ่งมากกว่า t อยู่ 250 ($t+250$)
- 2) จำนวนซึ่งน้อยกว่า 56 อยู่ a ($56-a$)
- 3) ผลบวกของ 5 เท่าของ x กับ 6 ($5x+6$)
- 4) หกเท่าของผลบวกของ m กับ 116 ($6(m+116)$)
- 5) ครึ่งหนึ่งของผลบวกของ n กับ 80 ($\frac{n+80}{2}$)
- 6) สามในห้าของสองเท่าของผลต่างของ y กับ 9 ($\frac{3}{5} \times (2)(y-9)$)
- 7) แปดเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งร่วมกับอีกหนึ่งในแปดของจำนวนจำนวนนั้น ($8x + \frac{x}{8}$)
- 8) ผลต่างของจำนวนจำนวนหนึ่งกับ 7 ทหารด้วย 12 ($\frac{x-7}{12}$)
- 9) ผลบวกของจำนวนเต็มสองจำนวนที่เรียงติดกัน ($x+x+1$)
- 10) ผลบวกของจำนวนคี่สามจำนวนที่เรียงติดกัน ($x+x+2+x+3$)

พูน ปณ กิโต ชเว

แบบบันทึกคะแนน

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด

เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

สังเกตพฤติกรรมวันที่.....

จำนวน 40 คน คาบที่ .../18

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนบันทึกระดับคะแนน 1-4 ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนลงในช่องให้ตรงตามความจริง

กลุ่ม ที่	ใบกิจกรรม					การนำเสนอหน้าชั้นเรียน				รวม
	1. ความสนใจ ตั้งใจ ร่วมมือในการทำกิจกรรม	2. เขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิด	3. ทำงานตามระยะเวลาที่กำหนด	4. ใบสะท้อนผลกิจกรรม	5. แบบฝึกเสริมทักษะ	1. อธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง	2. อธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์	3. แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้อง	4. สรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

พูน ปณ ทิโต ชีเว

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการทำใบกิจกรรม

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมที่ปรากฏ
1. ความสนใจ ตั้งใจ ร่วมมือในการทำ กิจกรรม	4	สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความสนใจ ตั้งใจ ร่วมมือในการทำกิจกรรม
	3	สมาชิกส่วนใหญ่ในกลุ่มมีความสนใจ ตั้งใจ ร่วมมือในการทำกิจกรรม
	2	สมาชิกบางส่วนในกลุ่มมีความสนใจ ตั้งใจ ร่วมมือในการทำกิจกรรม
	1	สมาชิกในกลุ่มมีความสนใจ ตั้งใจ ร่วมมือในการทำกิจกรรมเพียงเล็กน้อย
2. เขียนอธิบายหรือ ใช้ สัญลักษณ์เพื่อแสดง แนวคิด	4	สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันเขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิดได้อย่างละเอียด หลากหลายและถูกต้อง
	3	สมาชิกส่วนใหญ่ในกลุ่มเขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิดได้อย่างถูกต้อง
	2	สมาชิกบางส่วนในกลุ่มเขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิดได้อย่างถูกต้อง
	1	สมาชิกในกลุ่มเขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิดได้เพียงเล็กน้อย
3. ทำงานตาม ระยะเวลาที่กำหนด	4	สมาชิกในกลุ่มทำงานตามระยะเวลาที่กำหนด
	3	สมาชิกในกลุ่มทำงานตามระยะเวลาที่กำหนด แต่ไม่เรียบร้อย
	2	สมาชิกในกลุ่มทำงานเสร็จเรียบร้อย แต่เกินระยะเวลาที่กำหนด
	1	สมาชิกในกลุ่มทำงานไม่เสร็จและเกินระยะเวลาที่กำหนด
4. ใบสะท้อนผล กิจกรรม	4	สมาชิกในกลุ่มทำใบสะท้อนผลกิจกรรมเฉลี่ยได้ 8-10 คะแนน
	3	สมาชิกในกลุ่มทำใบสะท้อนผลกิจกรรมเฉลี่ยได้ 6-7 คะแนน
	2	สมาชิกในกลุ่มทำใบสะท้อนผลกิจกรรมเฉลี่ยได้ 4-5 คะแนน
	1	สมาชิกในกลุ่มทำใบสะท้อนผลกิจกรรมเฉลี่ยได้ต่ำกว่า 5 คะแนน
5. แบบฝึกเสริม ทักษะ	4	สมาชิกในกลุ่มทำแบบฝึกเสริมทักษะได้ครบถ้วนถูกต้อง และหลากหลายวิธี
	3	สมาชิกในกลุ่มทำแบบฝึกเสริมทักษะได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
	2	สมาชิกในกลุ่มทำแบบฝึกเสริมทักษะได้ถูกต้องเพียงบางข้อ
	1	สมาชิกในกลุ่มทำแบบฝึกเสริมทักษะได้ถูกต้องได้เพียงเล็กน้อย

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมที่ปรากฏ
1. อธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง	4	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง เพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องทั้งหมด ตามลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน
	3	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง เพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องทั้งหมดตามลำดับขั้นตอนชัดเจนเป็นบางส่วน
	2	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง เพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้ถูกต้องเป็นบางส่วนตามลำดับขั้นตอนชัดเจนบางส่วน
	1	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง เพื่อสื่อความหมายแนวคิดในการหาคำตอบ แต่คลาดเคลื่อนความจริง
2. อธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ ที่ถูกต้อง	4	พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
	3	พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่
	2	พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นบางส่วน
	1	พูดอธิบาย โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แต่คลาดเคลื่อนความจริง
3. แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้	4	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผล
	3	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นส่วนใหญ่
	2	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นบางส่วน
	1	พูดอธิบาย ใช้ท่าทาง แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้แต่คลาดเคลื่อน
4. สรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน	4	พูดสรุปได้อย่างถูกต้องทั้งหมดและชัดเจนตามสถานการณ์ที่กำหนด
	3	พูดสรุปได้อย่างถูกต้องทั้งหมดและชัดเจนเป็นบางส่วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
	2	พูดสรุปได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วนและชัดเจนเป็นบางส่วนตามสถานการณ์ที่กำหนด
	1	พูดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ แต่คลาดเคลื่อนความจริง



กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

แผนที่ 3	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ	
วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	หน่วยการเรียนรู้เรื่อง: สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หน่วยการเรียนรู้ย่อยเรื่อง: การเตรียมความพร้อมก่อน รู้จักสมการ กิจกรรม เรื่อง หาจำนวนเหรียญกันเถอะ	จำนวน 1 คาบ 3/18 เวลา 1 ชั่วโมง
สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....		

มาตรฐานการเรียนรู้

ค 1.3 เข้าใจและใช้สมบัติของการเท่ากันและสมบัติของจำนวน เพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายวิธีการหาจำนวนเหรียญจากความสัมพันธ์ของน้ำหนักได้
2. เขียนนิพจน์พีชคณิตหรือประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
3. เขียนข้อความจากนิพจน์พีชคณิตที่กำหนดให้ได้

สาระสำคัญ

1. วิธีการหาจำนวนเหรียญจากความสัมพันธ์ของน้ำหนัก
2. การเขียนนิพจน์พีชคณิตหรือประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้
3. การเขียนข้อความจากนิพจน์พีชคณิตที่กำหนดให้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาจำนวนเหรียญจากความสัมพันธ์ของน้ำหนักได้
2. นักเรียนสามารถเขียนนิพจน์พีชคณิตหรือประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
3. นักเรียนสามารถเขียนข้อความจากนิพจน์พีชคณิตที่กำหนดให้ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการหาความสัมพันธ์จากสถานการณ์ปัญหา
2. นักเรียนให้เหตุผลในการอธิบายแนวคิดการหาจำนวนของเหรียญในกล่องรับบริจาค
3. นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาด้วยการพูดอธิบาย ใช้ท่าทาง แสดงการจำนวนเหรียญ

ที่อยู่ในกล่องและประโยคสัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนักข้างต้น เพื่อประกอบเป็นแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนมีวินัยและมีมารยาทในการฟังเพื่อนนำเสนอแนวคิดและการร่วมแสดงความคิดเห็น
2. นักเรียนใฝ่เรียนรู้ เกิดข้อสงสัยหรือคำถามเพื่อให้เกิดการอภิปรายในชั้นเรียน
3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงานและทำงานให้ทันตามระยะเวลาที่กำหนด

สาระการเรียนรู้

- นิพจน์พีชคณิต ข้อความหรือประโยคที่ประกอบด้วยค่าคงตัวและตัวแปร ซึ่งอยู่ในรูปของการดำเนินการต่าง ๆ
- ตัวแปร ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ที่ใช้แทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า
- ค่าคงตัว ค่าค่าหนึ่งของตัวเลขซึ่งกำหนดตายตัวไว้ หรืออาจเป็นค่าที่ไม่ระบุตัวเลข
- ประโยคสัญลักษณ์ ประโยคสัญลักษณ์ คือ ประโยคที่เขียนแทนประโยคภาษาหรือประโยคข้อความ
- สมการ ประโยคสัญลักษณ์ที่มีเครื่องหมาย =

สาระการเรียนรู้ย่อย

“เรามาทดลองหาจำนวนเหรียญในกล่องโดยไม่เปิดกล่องกันเถอะ”

นักเรียน : เราน่าจะหาจำนวนเหรียญในกล่องโดยการชั่งน้ำหนักได้นะ

คุณครู : ถ้าอย่างนั้นเราจะต้องชั่งหาน้ำหนักของอะไรบ้าง



พบว่าจำนวนเหรียญในกล่องมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักดังต่อไปนี้

น้ำหนักทั้งหมด	
น้ำหนักของเหรียญ	น้ำหนัก

เหรียญบาท 1 เหรียญหนัก 3 กรัม

จำนวนเหรียญในกล่องคือ $1,140 \div 3 = 380$ เหรียญ

ให้จำนวนของเหรียญในกล่อง คือ x

จะได้ความสัมพันธ์ของน้ำหนัก คือ (น้ำหนักเหรียญจำนวน x เหรียญ) + (น้ำหนักกล่อง) = (น้ำหนักทั้งหมด) เราสามารถสร้างนิพจน์พีชคณิตหรือประโยคสัญลักษณ์จากความสัมพันธ์ของน้ำหนักได้ว่า $3x + 60 = 1200$

กิจกรรมการเรียนรู้/กิจกรรมการเรียนการสอน

แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

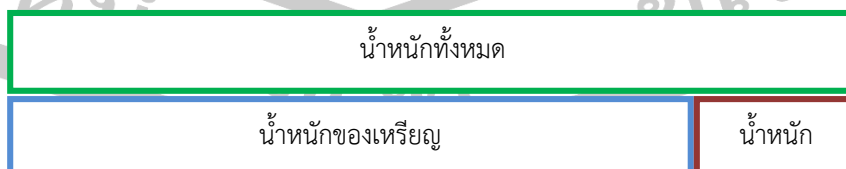
1. ครูกล่าวทักทายนักเรียน และพูดคุยกับนักเรียนว่า “โรงเรียนเราเป็นเจ้าภาพร่วมบุญกฐิน จึงได้มีการขอรับบริจาคจากนักเรียนคนละ 1 บาท ทำให้มีเหรียญ 1 บาท อยู่ในกล่องจำนวนหนึ่ง” จากนั้นบอกกับนักเรียนว่า “ครูอยากทราบจำนวนเหรียญที่อยู่ภายในกล่องว่ามีทั้งหมดเท่าไร จึงอยากให้นักเรียนช่วยครูคิดหน่อยว่าจะต้องทำอะไรถึงจะรู้จำนวนเหรียญที่อยู่ในกล่อง” (นักเรียนตอบว่าเดา ประมาณ เปิดกล่องและนับทีละอัน)
2. หลังจากที่นักเรียนบอกว่าสามารถหาจำนวนเหรียญโดยการเปิดกล่องแล้วนำมานับ ครูก็ถามนักเรียนต่อว่า “ถ้าหากไม่สามารถเปิดกล่องแล้วเอาเหรียญออกมานับทีละเหรียญได้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถหาจำนวนเหรียญได้หรือไม่ ถ้าหาได้จะหาด้วยวิธีใด” (นักเรียนช่วยกันตอบจนมีคนบอกว่า หาโดยใช้วิธีการชั่งน้ำหนัก)
3. ครูถามนักเรียนว่า “ถ้าใช้วิธีการชั่งน้ำหนักในการหาจำนวนเหรียญ นักเรียนคิดว่าจะต้องชั่งอะไรบ้าง” (สิ่งที่ต้องชั่ง คือ กล่องที่มีเหรียญ กล่องเปล่า และเหรียญบาท 1 เหรียญ)
4. ให้ตัวแทนนักเรียนออกมาชั่งน้ำหนักกล่องที่มีเหรียญ กล่องเปล่า และเหรียญบาท แล้วดูด้วยกันทุกคนว่าแต่ละอย่างมีน้ำหนักเท่าใด จากนั้นครูตีตรูปการชั่งน้ำหนักที่ละรูปตามสิ่งที่นักเรียนชั่งไว้บนกระดาน
5. ครูแจกใบกิจกรรมพร้อมนำเสนอคำสั่งบนกระดาน แล้วถามนักเรียนว่ามีใครสงสัยเกี่ยวกับกิจกรรมที่ให้ทำหรือไม่

คำสั่ง : 1) จากความสัมพันธ์ของน้ำหนัก จงเขียนอธิบายวิธีการหาจำนวนเหรียญที่อยู่ในกล่อง

2) ให้ x แทนจำนวนเหรียญที่อยู่ในกล่อง จงเขียนประโยคสัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนักข้างต้น

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

1. สร้างแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนักแล้วหาจำนวนเหรียญทีละขั้นตอน



น้ำหนักทั้งหมดหนัก 1200 กรัม

น้ำหนักกล่อง คือ 60 กรัม

น้ำหนักของเหรียญในกล่อง คือ $1200 - 60 = 1140$ กรัม

เหรียญบาท 1 เหรียญ หน้า 3 กรัม

จำนวนเหรียญในกล่องคือ $1140 \div 3 = 380$ เหรียญ

2. สร้างความสัมพันธ์ของน้ำหนัก

$$\begin{aligned} (\text{น้ำหนักของเหรียญในกล่อง}) &= (\text{น้ำหนักทั้งหมด}) - (\text{น้ำหนักกล่อง}) \\ &= 1200 - 60 \\ &= 1140 \end{aligned}$$

เหรียญบาท 1 เหรียญ หน้า 3 กรัม

$$\begin{aligned} (\text{จำนวนเหรียญในกล่อง}) &= (\text{น้ำหนักเหรียญทั้งหมด}) \div (\text{น้ำหนักของเหรียญบาท 1 เหรียญ}) \\ &= 1140 \div 3 \\ &= 380 \text{ เหรียญ} \end{aligned}$$

จะได้ว่า จำนวนเหรียญในกล่องคือ 380 เหรียญ

$$1200 - 60 = 1140 \rightarrow 1140 \div 3 = 380$$

$$(1200 - 60) \div 3 = \square \text{ หรือ } (1200 - 60) \div 3 = 380$$

3. ให้ x แทนจำนวนเหรียญที่อยู่ในกล่อง จงเขียนประโยคสัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนักข้างต้น จะได้ว่า $3x + 60 = 1200$ หรือ $1200 = 3x + 60$

3. ขั้นสรุป

3. ครูทบทวนประโยคสัญลักษณ์ และเชื่อมโยงให้นักเรียนเห็นวิธีการหาจำนวนของเหรียญ และประโยคสัญลักษณ์ที่ได้จากความสัมพันธ์ของน้ำหนัก โดยอธิบายว่า “จากแผนภาพ จะเห็นว่า น้ำหนักทั้งหมดประกอบไปด้วยน้ำหนักของเหรียญและน้ำหนักของกล่อง รวมกัน ทำให้เราสามารถสร้างประโยคสัญลักษณ์จากความสัมพันธ์ของน้ำหนักเหรียญ น้ำหนักกล่องและน้ำหนักทั้งหมดได้ว่า $3x + 60 = 1200$ ”

4. ขั้นฝึกทักษะ

1. ครูแจกแบบฝึกเสริมทักษะที่ 3 ให้นักเรียนทำ

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้

1. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน โดยเรียงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนมากไปยังแนวคิดที่คลาดเคลื่อนน้อย

2. เมื่อตัวแทนนักเรียนนำเสนอเสร็จ ครูถามนักเรียนว่า “ใครมีแนวคิดคล้ายกับเพื่อนบ้าง”

3. ในกรณีที่นักเรียนมีแนวคิดที่ต่างจากเพื่อน ให้นำเสนอในประเด็นที่สามารถนำไปต่อยอดสร้างเป็นองค์ความรู้ได้

6. ขั้นประเมินผล

ประเมินโดยการถาม-ตอบ การทำใบกิจกรรม การทำแบบฝึกเสริมทักษะ

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2, 2. แบบฝึกเสริมทักษะ

แบบฝึกเสริมทักษะที่ 3

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนนิพจน์พีชคณิตแทนข้อความที่กำหนดให้ต่อไปนี้

- 1) จำนวนซึ่งมากกว่า t อยู่ 250
- 2) จำนวนซึ่งน้อยกว่า 56 อยู่ a
- 3) ผลบวกของ 5 เท่าของ x กับ 6
- 4) หกเท่าของผลบวกของ m กับ 116
- 5) ครึ่งหนึ่งของผลบวกของ n กับ 80
- 6) สามในห้าของสองเท่าของผลต่างของ y กับ 9
- 7) แปดเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งรวมกับอีกหนึ่งในแปดของจำนวนจำนวนนั้น
- 8) ผลต่างของจำนวนจำนวนหนึ่งกับ 7 ทหารด้วย 12
- 9) ผลบวกของจำนวนเต็มสองจำนวนที่เรียงติดกัน
- 10) ผลบวกของจำนวนคี่สามจำนวนที่เรียงติดกัน

เฉลย

- 1) จำนวนซึ่งมากกว่า t อยู่ 250 ($t + 250$)
- 2) จำนวนซึ่งน้อยกว่า 56 อยู่ a ($56 - a$)
- 3) ผลบวกของ 5 เท่าของ x กับ 6 ($5x + 6$)
- 4) หกเท่าของผลบวกของ m กับ 116 ($6(m + 116)$)
- 5) ครึ่งหนึ่งของผลบวกของ n กับ 80 ($\frac{n + 80}{2}$)
- 6) สามในห้าของสองเท่าของผลต่างของ y กับ 9 ($\frac{3}{5} \times (2)(y - 9)$)
- 7) แปดเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งรวมกับอีกหนึ่งในแปดของจำนวนจำนวนนั้น ($8x + \frac{x}{8}$)
- 8) ผลต่างของจำนวนจำนวนหนึ่งกับ 7 ทหารด้วย 12 ($\frac{x - 7}{12}$)
- 9) ผลบวกของจำนวนเต็มสองจำนวนที่เรียงติดกัน ($x + x + 1$)
- 10) ผลบวกของจำนวนคี่สามจำนวนที่เรียงติดกัน ($x + x + 2 + x + 3$)

แบบบันทึกคะแนน

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

คาบที่ .../18

สังเกตพฤติกรรมวันที่.....

จำนวน 40 คน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนบันทึกระดับคะแนน 1-4 ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนลงในช่องให้ตรงตามความจริง

เลขที่	ใบกิจกรรม					ประเมินโดยการถาม-ตอบ (10 คะแนน)	การทำแบบฝึกเสริมทักษะ (10 คะแนน)	รวม (30 คะแนน)
	1. ความสนใจ ตั้งใจทำ กิจกรรม	2. เขียนอธิบายหรือใช้ สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิด	3. มีส่วนร่วมในการทำ กิจกรรม	4. นำเสนอแนวคิดของตนเอง ให้ผู้อื่นเข้าใจได้	5. ทำงานตามระยะเวลาที่ กำหนด				รวม (10 คะแนน)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
.								
.								
.								
40								

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมที่ปรากฏ
1. ความสนใจ ตั้งใจทำกิจกรรม	4	นักเรียนมีความสนใจ ตั้งใจทำกิจกรรมมากที่สุด
	3	นักเรียนมีความสนใจ ตั้งใจทำกิจกรรมปานกลาง
	2	นักเรียนมีความสนใจ ตั้งใจทำกิจกรรมน้อย
	1	นักเรียนมีความสนใจ ตั้งใจทำกิจกรรมน้อยที่สุด
2. เขียนอธิบายหรือใช้ สัญลักษณ์เพื่อแสดง แนวคิด	4	นักเรียนเขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิดได้อย่าง ละเอียด หลากหลายและถูกต้อง
	3	นักเรียนเขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิดได้อย่าง ถูกต้อง
	2	นักเรียนเขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิดได้อย่าง ถูกต้องเป็นบางประเด็น
	1	นักเรียนเขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิดค่อนข้าง น้อย
3. มีส่วนร่วมในการทำ กิจกรรม	4	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากที่สุด
	3	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมปานกลาง
	2	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมน้อย
	1	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมน้อยที่สุด
4. นำเสนอแนวคิด ของตนเองให้ผู้อื่น เข้าใจได้	4	นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้มากที่สุด
	3	นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ปานกลาง
	2	นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้น้อย
	1	นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้น้อยที่สุด
5. ทำงานตาม ระยะเวลาที่กำหนด	4	นักเรียนทำงานตามระยะเวลาที่กำหนด
	3	นักเรียนทำงานตามระยะเวลาที่กำหนด แต่ไม่เรียบร้อย
	2	นักเรียนทำงานเสร็จเรียบร้อย แต่เกินระยะเวลาที่กำหนด
	1	นักเรียนทำงานไม่เสร็จและเกินระยะเวลาที่กำหนด

พูนุ ปณ ทิโต ชีเว

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

Between-Subjects Factors

		N
Teaching	1	40
	2	40

Descriptive Statistics

	Teaching	Mean	Std. Deviation	N
Achievement	1	25.4000	2.55001	40
	2	22.8000	2.06559	40
	Total	24.1000	2.65101	80
Math_ProblemSolving	1	32.7500	3.70551	40
	2	30.4000	2.22803	40
	Total	31.5750	3.25994	80
Math_Communication	1	52.6750	4.34645	40
	2	47.4500	3.49322	40
	Total	50.0625	4.71825	80

Multivariate Tests^a

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Intercept	Pillai's Trace	.996	7.054E3 ^a	3.000	76.000	.000	.996	21160.809	1.000
	Wilks' Lambda	.004	7.054E3 ^a	3.000	76.000	.000	.996	21160.809	1.000
	Hotelling's Trace	278.432	7.054E3 ^a	3.000	76.000	.000	.996	21160.809	1.000
	Roy's Largest Root	278.432	7.054E3 ^a	3.000	76.000	.000	.996	21160.809	1.000
Teaching	Pillai's Trace	.401	16.973 ^a	3.000	76.000	.000	.401	50.918	1.000
	Wilks' Lambda	.599	16.973 ^a	3.000	76.000	.000	.401	50.918	1.000
	Hotelling's Trace	.670	16.973 ^a	3.000	76.000	.000	.401	50.918	1.000
	Roy's Largest Root	.670	16.973 ^a	3.000	76.000	.000	.401	50.918	1.000

a. Exact statistic

b. Computed using alpha = .05

c. Design: Intercept + Teaching

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

	F	df1	df2	Sig.
Achievemant	2.949	1	78	.090
Math_ProblemSolving	12.687	1	78	.001
Math_Communication	3.348	1	78	.071

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Teaching

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^b
Corrected Model	Achievemant	135.200 ^a	1	135.200	25.109	.000	.244	25.109	.999
	Math_ProblemSolving	110.450 ^b	1	110.450	11.818	.001	.132	11.818	.924
	Math_Communication	546.012 ^c	1	546.012	35.120	.000	.310	35.120	1.000
Intercept	Achievemant	46464.800	1	46464.800	8.629E3	.000	.991	8629.177	1.000
	Math_ProblemSolving	79758.450	1	79758.450	8.533E3	.000	.991	8532.655	1.000
	Math_Communication	200500.313	1	200500.313	1.260E4	.000	.994	12898.303	1.000
Teaching	Achievemant	135.200	1	135.200	25.109	.000	.244	25.109	.999
	Math_ProblemSolving	110.450	1	110.450	11.818	.001	.132	11.818	.924
	Math_Communication	546.012	1	546.012	35.120	.000	.310	35.120	1.000
Error	Achievemant	420.000	78	5.385					
	Math_ProblemSolving	729.100	78	9.347					
	Math_Communication	1212.875	78	15.547					
Total	Achievemant	47020.000	80						
	Math_ProblemSolving	80568.000	80						
	Math_Communication	202259.000	80						
Corrected Total	Achievemant	555.200	79						
	Math_ProblemSolving	839.550	79						
	Math_Communication	1758.887	79						

a. R Squared = .244 (Adjusted R Squared = .234)

b. Computed using alpha = .05

c. R Squared = .132 (Adjusted R Squared = .120)

d. R Squared = .310 (Adjusted R Squared = .302)

□

Dependent Variable	Parameter	B	Std. Error	t	Sig.	95% Confidence Interval		Partial Eta Squared	Noncent. Parameter
						Lower Bound	Upper Bound		
Achievemant	Intercept	22.800	.367	62.142	.000	22.070	23.530	.980	62.142
	[Teaching=1]	2.600	.519	5.011	.000	1.567	3.633	.244	5.011
	[Teaching=2]	0 ^b	.	.	.	.	.	.	.
Math_ProblemSolving	Intercept	30.400	.483	62.886	.000	29.438	31.362	.981	62.886
	[Teaching=1]	2.350	.684	3.437	.001	.989	3.711	.132	3.437
	[Teaching=2]	0 ^b	.	.	.	.	.	.	.
Math_Communication	Intercept	47.450	.623	76.110	.000	46.209	48.691	.987	76.110
	[Teaching=1]	5.225	.882	5.926	.000	3.470	6.980	.310	5.926
	[Teaching=2]	0 ^b	.	.	.	.	.	.	.

a. Computed using alpha = .05

b. This parameter is set to zero because it is redundant.

Teaching

Dependent Variable	Teachin g	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Achievemant	1	25.400	.367	24.670	26.130
	2	22.800	.367	22.070	23.530
Math_ProblemSolving	1	32.750	.483	31.788	33.712
	2	30.400	.483	29.438	31.362
Math_Communication	1	52.675	.623	51.434	53.916
	2	47.450	.623	46.209	48.691



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวพิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม
วันเกิด	วันที่ 24 กันยายน พ.ศ. 2536
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 71 หมู่ 4 ตำบลโคกพระ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44150
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2551 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2554 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2559 ปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2563 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนัน ปณุกิตโต ชีวะ