

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการ  
แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
พฤษภาคม 25๖2  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “ผล  
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง  
คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”  
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา  
หลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยนเรศวร



## ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร ธำรงโสทธิสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้อุทิศสละเวลาอันมีค่า ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง และกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่อง จนการค้นคว้าอิสระสำเร็จลุล่วงได้อย่าง สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ดร. อังคณา อ่อนธานี อาจารย์ประจำ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ดร. วรินทร์ สุภาพ อาจารย์ประจำ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ และ ว่าที่ร้อยตรีอนุเทพ เทพบัน ครุชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชาณุวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จนทำให้การค้นคว้า อิสระครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู บุคลากร และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองหานวิทยา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่ง ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบอุทิศแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุพรรณษา นามราช

ชื่อเรื่อง	ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ผู้วิจัย	สุพรรณษา นามราช
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อ่างใสตติสกุล
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม.หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561
คำสำคัญ	วิธีการแบบเปิด, ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์, การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 32 คน โรงเรียนหนองหานวิทยาสังคหวัดอุดรธานี ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purpcsive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และค่าที (t – test Dependent) ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**Title** The effect of Open Approach instructional activities on the Mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa 2 students in relation to linear equations with one variable

**Authors** Supansa Nammaradt

**Adviser** Assistant professor Wichian Thamrongsothisakul, Ph.D.

**Academic Paper** Independent Study M.Ed. in Curriculum and Instruction, Naresuan University, 2018

**Keywords** Open Approach, Mathematics Problem solving Skills, Relation to linear equations with one variable



**Abstract**

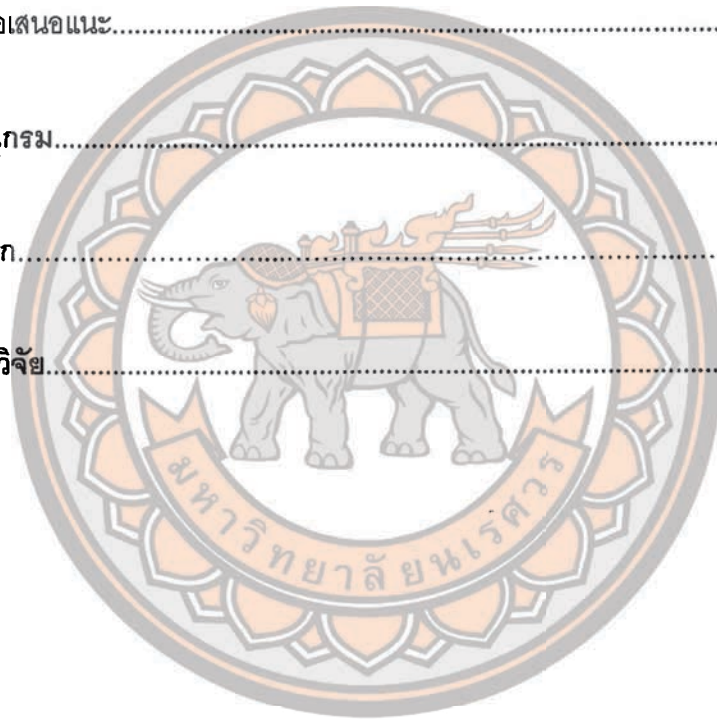
The purpose of this research was to compare the problem solving ability of Mathayomsuksa 2 Students before and after learning with the Open Approach instruction activities. The subjects of this study were 32 Mathayomsuksa 2/1 students of the 2018 academic year at Nonghanwittaya School, Udon Thani. They were randomly selected by Purposive sampling. The instruments used in the data collection were the Open Approach lesson plans and a test of the mathematical problem solving ability of the students when applied to linear equations with one variable. The data were statistically analyzed by using Arithmetic Mean, standard deviation, Index of Item – Objective Congruence, Difficulty, Discrimination, Reliability and t-test for Dependent Samples. The findings were as follows: The Mathematical Problem solving ability of the Mathayomsuksa 2 students when applied to the linear equations with one variable after being exposed to open approach instruction activities was statistically higher than that before they were exposed at the .05 level of significance.

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของงานวิจัย.....	3
ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
สมมติฐานของงานวิจัย.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	7
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด.....	16
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	43
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	43
รูปแบบงานวิจัย.....	43
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	44
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	44
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	53
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	53
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
4 ผลการวิจัย.....	58
สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	58
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	58

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 บทสรุป.....	60
สรุปผลงานวิจัย.....	60
อภิปรายผล.....	60
ข้อเสนอแนะ.....	62
บรรณานุกรม.....	64
ภาคผนวก.....	68
ประวัติผู้วิจัย.....	130



## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง.....	9
2	สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา.....	9
3	สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้.....	10
4	สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้.....	10
5	สาระที่ 2 การวัด มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด.....	10
6	สาระที่ 2 การวัด มาตรฐาน ค 2.2 วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้.....	11
7	สาระที่ 3 เรขาคณิต มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้ .....	11
8	สาระที่ 4 พีชคณิต มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้ .....	12
9	สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้.....	12
10	สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล.....	13
11	สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์.....	13



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
12	แสดงโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	15
13	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม ของสิริพร ทิพย์คง.....	35
14	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบองค์รวม ของ สสวท. ....	36
15	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน ของสิริพร ทิพย์คง.....	36
16	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบแยกส่วน ของ สสวท. ....	37
17	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	38
18	แสดงแบบแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design.....	44
19	แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด.....	45
20	แสดงโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเรื่อง การประยุกต์ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	46
21	แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ของแบบวัด ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	49
22	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบวิธี วิเคราะห์.....	50
23	แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด โดยใช้ การทดสอบค่า t (t-test dependent).....	58

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
24 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน.....	89
25 แสดงผลการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน.....	112
26 แสดงผลของค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (จำนวน 8 ข้อ) .....	113
27 ผลการคัดเลือกแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (จำนวน 4 ข้อ).....	114
28 คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด.....	128

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพราะคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, หน้า 1) ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56)

คณิตศาสตร์ยังมีความสำคัญอีกหลายประการ แต่จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2560 พบว่า วิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยในระดับชาติน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับรายวิชาอื่น คือ และ 26.3 และจากการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของโรงเรียนหนองหานวิทยา จังหวัดอุดรธานี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2560 พบว่า วิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 22.49 ซึ่งพบว่า มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าระดับประเทศ และมาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ได้แก่ มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่าง

การดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวน และนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่าง สมเหตุสมผล ซึ่งจะพบว่ามาตรฐานที่มีคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ส่วนใหญ่ จะเป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่สามารถนำ ความรู้ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ นักเรียนจะทำได้เฉพาะโจทย์ปัญหาที่มีความ ง่ายไม่ซับซ้อน หรือคล้ายคลึงกับตัวอย่างที่ครูสอนเท่านั้น

จากผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนมีปัญหาในเรื่องการประยุกต์ใช้ความรู้ที่มีอยู่ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่พัฒนา อาจเกิดจากการจัดกิจกรรมของครูยังไม่เอื้อต่อการพัฒนานักเรียน วิธีการสอนจะเป็นการบอกให้นักเรียนจำ และเป็นการท่อง ขาดการฝึกพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทำให้นักเรียนทำข้อสอบแบบ ใช้ความจำได้ดีกว่าการคิดวิเคราะห์ อันเนื่องมาจากไม่ได้เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึก ปฏิบัติ (สุวัฒน์ วิวัฒน์านนท์, 2554, หน้า 3) ซึ่งจากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้มีความสนใจที่จะ นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพราะการจัดการเรียนรู้แบบเปิด มี จุดมุ่งหมายคือ ช่วยให้นักเรียนมีความสร้างสรรค์และวิธีคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนให้เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน เน้นกระบวนการแก้ปัญหาเป็นสื่อในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจ และทักษะการคิดของนักเรียน เป้าหมายของการสอนแบบเปิดคือ มุ่งให้นักเรียนทุกคนเรียนรู้ด้วย พลังและความสามารถของแต่ละบุคคล มุ่งให้นักเรียนสามารถพัฒนาหรือสร้างและพัฒนาผลงาน กระบวนการเรียนของตนเองอย่างมีคุณภาพ ครูผู้สอนที่ใช้รูปแบบการสอนดังกล่าวนี้ จำเป็นต้อง พยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อเป็นแนวทางให้ครูได้ กระตุ้น และสนับสนุนและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนพัฒนาการเรียนรู้นักเรียนได้ ตามศักยภาพ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547, หน้า 34) ซึ่งสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของหลักสูตร

แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 4) และยังสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553 มีสาระสำคัญกำหนดไว้ในหมวดที่ 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ

จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดมาใช้ เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าว ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มความสามารถของตนเองที่มีอยู่ มีการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ตามศักยภาพของแต่ละบุคคล และเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

#### จุดมุ่งหมายของงานวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

#### ขอบเขตของงานวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย เป็น 3 ด้าน คือ ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ขอบเขตด้านเนื้อหา และขอบเขตด้านตัวแปร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

##### 1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองหานวิทยา อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ทั้งหมด 14 ห้องเรียน จำนวน 460 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดผู้เรียนของแต่ละห้องแบบละความความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนหนองหานวิทยา อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

## 2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค22102 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการที่จัดทำโดยกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

## 3. ขอบเขตด้านตัวแปร

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

### นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ตามความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคล โดยใช้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้หาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน โดยเป็นปัญหาปลายเปิดชนิดกระบวนการเปิด คือ มีวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องหลายทาง โดยในขั้นนี้ครูจะต้องอธิบายปัญหานั้นให้นักเรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ และเงื่อนไขของปัญหานั้น ๆ เพราะนักเรียนบางคนอาจไม่เข้าใจปัญหาเนื่องจากเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่เคยพบเจอมาก่อน

2. ขั้นนักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ทำงานเป็นกลุ่ม แต่ละคนจะได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา ขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล แล้วเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองร่วมกับเพื่อน ๆ เพื่ออภิปรายร่วมกันถึงวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละคน แล้วเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ทุกคนในกลุ่มเห็นว่ามีเหมาะสมที่สุดมา 1 วิธีในการนำเสนอ

3. ขั้นอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองในชั้นเรียน ส่วนนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ สามารถซักถามข้อสงสัย เสนอแนะเพิ่มเติม หรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการในการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสได้เรียนรู้แนวคิดของเพื่อน ๆ จะได้เป็นการขยายมุมมองของนักเรียนให้กว้างขึ้น

4. ขั้นสรุปเชื่อมโยงวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน เป็นขั้นที่ครูหรือผู้เรียนควรเขียนแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มบนกระดานเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลายนั้น แล้วร่วมกันเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม ว่าการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร มีข้อดีหรือข้อควรปรับปรุงอย่างไร แล้วร่วมกันสรุปว่า การแก้ปัญหา

หรือแนวคิดของกลุ่มใดมีความเหมาะสมกับปัญหาที่กำหนดให้ พร้อมกับอธิบายเหตุผลประกอบ ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 แนวคิด

**โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง สถานการณ์ปัญหาที่ประกอบด้วยข้อความและตัวเลข ที่ต้องการคำตอบเชิงปริมาณ หรือตัวเลข หรือกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้หรือประสบการณ์ของตนเอง เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

**ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง คุณลักษณะที่ทำให้แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ประกอบด้วย การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหา การเลือกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการคิดคำนวณหาคำตอบ และการตรวจคำตอบ วัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบอัตนัยชนิดเขียนตอบ

#### **สมมติฐานของงานวิจัย**

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในงานวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
  - 1.2 ตัวชี้วัดชั้นปีและสาระการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
  - 1.3 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
  - 1.4 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
  - 2.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
  - 2.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด
  - 2.3 ปัญหาปลายเปิด
3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
  - 3.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
  - 3.3 ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
  - 3.4 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.5 องค์ประกอบที่มีส่วนช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
  - 3.6 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 3.7 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ



## 1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กระทรวงศึกษาธิการได้จัดทำเอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำหรับท้องถิ่นและสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรและจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยกล่าวถึงสาระที่สำคัญดังนี้

### 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2551, หน้า 56 - 91) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

#### สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

จำนวนและการดำเนินการ: ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและ ความสัมพันธ์ ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

#### สาระที่ 2 การวัด

การวัด: ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัด ระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และ การนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

#### สาระที่ 3 เรขาคณิต

เรขาคณิต: รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยาม ภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

#### สาระที่ 4 พีชคณิต

พีชคณิต: แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

#### สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

#### สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

## 1.2 ตัวชี้วัดชั้นปีและสาระการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตาราง 1 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	1. เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและเขียน	- เศษส่วนและทศนิยม ทศนิยมในรูปเศษส่วน
	2. จำแนกจำนวนจริงที่กำหนดให้และยกตัวอย่างจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ	- จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ
	3. อธิบายและระบุรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง	- รากที่สองและรากที่สาม ของจำนวนจริง
	4. ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละในการแก้โจทย์ปัญหา	- อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และการนำไปใช้

ตาราง 2 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	1. หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็ม โดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	- การหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้
	2. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม บอกความสัมพันธ์ของการยกกำลังกับการหารากของจำนวนจริง	- รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง

ตาราง 3 สารระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	1. หาค่าประมาณของรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	- รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริงและการนำไปใช้

ตาราง 4 สารระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	1. บอกความเกี่ยวข้องของจำนวนจริง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ	- จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

ตาราง 5 สารระที่ 2 การวัด มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	1. เปรียบเทียบหน่วยความยาว หน่วยพื้นที่ ในระบบเดียวกัน และต่างระบบ และเลือกใช้หน่วยการวัดได้อย่างเหมาะสม	- การวัดความยาว พื้นที่ และการนำไปใช้ - การเลือกใช้หน่วยการวัดเกี่ยวกับความยาว และพื้นที่
	2. คาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร และน้ำหนักได้อย่างใกล้เคียง และอธิบายวิธีการที่ใช้ในการคาดคะเน	- การคาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร และน้ำหนัก และการนำไปใช้
	3. ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	- การคาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร และน้ำหนัก และการนำไปใช้

ตาราง 6 สาระที่ 2 การวัด มาตรฐาน ค 2.2 วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่แก้ปัญหในสถานการณ์ต่าง ๆ	- การใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ในการแก้ปัญหา

ตาราง 7 สาระที่ 3 เรขาคณิต มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	1. ใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมและสมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา	- ด้านและมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากันของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ - รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์กันแบบ ด้าน - มุม - ด้าน มุม - ด้าน - มุม ด้าน - ด้าน - ด้าน มุม - มุม - ด้าน - สมบัติของเส้นขนาน - การใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมและสมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหา
	2. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา	- ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับและการนำไปใช้
	3. เข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน และนำไปใช้	- การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำไปใช้

## ตาราง 7 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	4. บอกภาพที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อนและการหมุนรูปต้นแบบ และอธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้นให้	- การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำไปใช้

ตาราง 8 สาระที่ 4 พีชคณิต มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
	2. หาพิกัดของจุดและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนบนระนาบในระบบพิกัดฉาก	- การเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนรูปเรขาคณิตบนระนาบในระบบพิกัดฉาก

ตาราง 9 สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	1. อ่านและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม	- แผนภูมิรูปวงกลม

ตาราง 10 สารที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	1. อธิบายได้ว่าเหตุการณ์ที่กำหนดให้ เหตุการณ์ใดเกิดขึ้นแน่นอน เหตุการณ์ใดไม่เกิดขึ้นแน่นอน และเหตุการณ์ใดมีโอกาสเกิดขึ้นได้มากกว่ากัน	- โอกาสของเหตุการณ์

ตาราง 11 สารที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ชั้น	ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม 3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม 4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน 5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ 6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	

### 1.3 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำอธิบายรายวิชา ค22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา ฝึกทักษะ/กระบวนการในสาระต่อไปนี้

จำนวนและการดำเนินการ เศษส่วนและทศนิยมซ้ำ จำนวนตรรกยะและอตรรกยะ การหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง การหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและการนำไปใช้

เรขาคณิต ทฤษฎีพีทาโกรัส บทกลับของทฤษฎี พีทาโกรัส การแก้ปัญหาหรือสถานการณ์โดยใช้ทฤษฎีพีทาโกรัส และ บทกลับ เส้นขนาน พีชคณิต โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ใกล้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบมีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

การวัดและประเมินผล ใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับเนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด

ตัวชี้วัด

ค 1.1 ม.2/1 ม.2/2 ม.2/3

ค 1.2 ม.2/5 ม.2/6

ค 1.3 ม.2/7

ค 1.4 ม.2/8

ค 3.2 ม.2/1 ม.2/2

ค 4.2 ม.2/1

ค 6.1 ม.2/1 ม.2/2 ม.2/3 ม.2/4 ม.2/5 ม.2/6

รวมทั้งหมด 15 ตัวชี้วัด



#### 1.4 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

##### ตาราง 12 แสดงโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 22102

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

เวลา 60 ชั่วโมง

ที่	ชื่อหน่วย การเรียน	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	ทฤษฎีบท พีทาโกรัส	ค 3.2 ม.2/2 ค 6.1 ม.2/1, ม.2/2 ม.2/3, ม.2/4 ม.2/5, ม.2/6	- ทฤษฎีบทพีทาโกรัส - บทกลับของทฤษฎีบท พีทาโกรัส - การแก้ปัญหาคือ สถานการณ์ โดยใช้ทฤษฎี บทพีทาโกรัสและบทกลับ	11	10
2	ความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับจำนวน จริง	ค 1.1 ม.2/1, ม.2/2 ม.2/3, ม.2/5 ม.2/6, ม.2/7 ม.2/8 ค 6.1 ม.2/1, ม.2/2 ม.2/3, ม.2/4 ม.2/5, ม.2/6	- จำนวนตรรกยะ - จำนวนอตรรกยะ - รากที่สอง - รากที่สาม	18	16
3	การประยุกต์ สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว	ค 4.2 ม.2/1 ค 6.1 ม.2/1, ม.2/2 ม.2/3, ม.2/4 ม.2/5, ม.2/6	- การแก้สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว - การแก้โจทย์ปัญหา สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	14	12
4	เส้นขนาน	ค 3.2 ม.2/1 ค 6.1 ม.2/1, ม.2/2 ม.2/3, ม.2/4 ม.2/5, ม.2/6	- สมบัติของเส้นขนาน - รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่ สัมพันธ์กันแบบ มุม – มุม – ด้าน	14	12

ตาราง 12 (ต่อ)

ที่	ชื่อหน่วย การเรียน	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
			- การให้เหตุผล และ แก้ปัญหาโดยใช้สมบัติของ เส้นขนานและความเท่ากัน ทุกประการ		
สอบกลางภาค				1.5	20
สอบปลายภาค				1.5	30
รวม				60	100

จากโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 14 ชั่วโมง

## 2. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

### 2.1 ความหมายของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, หน้า 4) กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการสอนเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขาควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้

นฤมล อินทร์ประสิทธิ์ (2551, หน้า 75) ได้กล่าวว่า วิธีการแบบเปิดเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดโดยใช้สถานการณ์ปัญหาแบบปลายเปิดที่นักเรียนสามารถหาวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย และคำตอบที่ได้ก็จะเป็นคำตอบที่หลากหลาย

Nohda (2000 อ้างอิงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547 หน้า 28) กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด หมายถึงกระบวนการหรือวิธีการสอนที่กระตุ้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับนักเรียนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Becker & Shimada (1997, อ้างอิงใน พัทยากร นุสสยา, 2559 หน้า 25) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้อยู่โดยวิธีการแบบเปิดนั้นเป็นวิธีการสอนโดยครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียนซึ่งสถานการณ์ปัญหานั้นไม่จำเป็นที่จะต้องมีการแก้ปัญหาหรือมีคำตอบเพียงอย่างเดียว ครูต้องใช้ความหลากหลายของกระบวนการในปัญหา ที่ทำให้นักเรียนได้ประสบการณ์ในการค้นพบสิ่งใหม่โดยใช้ความรู้ ทักษะ และการคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนมีอยู่ กิจกรรมการเรียนรู้อันในห้องเรียนจะต้องช่วยให้นักเรียนใช้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์อย่างเหมาะสม นักเรียนได้ค้นหากฎหรือความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้และทักษะที่มีอยู่ นักเรียนได้แก้ปัญหา ตรวจสอบผลลัพธ์รวมถึงได้ทราบแนวคิดใหม่จากนักเรียนคนอื่น ๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างของแนวคิดนั้นแล้วนำมาปรับปรุงและพัฒนาแนวคิดต่อไป

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้อยู่โดยวิธีการแบบเปิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปว่า การจัดการเรียนรู้อยู่โดยวิธีการแบบเปิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ตามความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคล โดยใช้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้หาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

## 2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อยู่ด้วยวิธีการแบบเปิด

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554, หน้า 56-59) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้อยู่โดยวิธีการแบบเปิด ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) เป็นขั้นที่ครูเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน ครูจะต้องอธิบายปัญหานั้นให้นักเรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ กฎ และเงื่อนไขของปัญหานั้น ๆ เพราะนักเรียนบางคนอาจไม่เข้าใจปัญหา เนื่องจากเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่เคยพบเจอมาก่อน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา อาจใช้สื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้นและให้ข้อมูลทั่วไปเพิ่มเติมเพื่อให้เห็นปัญหาที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น รวมถึงยกตัวอย่างแนวทางการคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ

2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's self-learning) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา ครูไม่ควรกำหนดแนวทางการคิดของนักเรียนเพราะเน้นให้นักเรียนได้ค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งรูปแบบการสอนนี้เป็นการรวมกันของสองสิ่งคือการทำงานของแต่ละบุคคลและการอภิปรายในชั้นเรียน

3. ขั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องอภิปรายแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเองในชั้นเรียน สิ่งนี้

สำคัญคือการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาของนักเรียนในใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึกเพื่อให้เห็นถึงแนวคิดของนักเรียนที่เป็นลายลักษณ์อักษร และครูก็จะสามารถประเมินนักเรียนได้จากใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึกนั้น ๆ

4. ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by connecting students' emergent mathematical ideas) เป็นขั้นที่ครูหรือผู้เรียนควรเขียนแนวคิดของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มบนกระดานเพื่อให้ทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลายนั้น แล้วครูทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความต่างของแนวคิดนั้น ๆ ครูควรส่งเสริมแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในทางบวก พร้อมทั้งแนะนำและปรับเปลี่ยนตามความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น ๆ

Stigler & Hiebert (1999 อ้างอิงใน เจนสมุพร แสงพันธ์, 2550, หน้า 25) ได้วิเคราะห์รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่นซึ่งสอดคล้องกับการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนบทเรียนที่เรียนในคาบที่ผ่านมา (Reviewing the previous lesson) ในขั้นทบทวนนี้จะนำโดยการบรรยายสรุปสั้น ๆ จากครู หรือเป็นการนำอภิปรายที่นำโดยครูร่วมกับนักเรียนในประเด็นหลัก ๆ ที่ได้เรียนไปก่อนหน้านี้ โดยมากแล้วการทบทวนจะนำมาสู่บทเรียนที่จะใช้ในคาบที่จะสอน บางครั้งเป็นการเอาวิธีการที่ได้สร้างไว้ในคาบที่ผ่านมา มาใช้ในการแก้ปัญหาที่จะสอน

2. ขั้นนำเสนอปัญหาของคาบที่จะสอน (Presenting the problem for the day) ปัญหาที่จะใช้ถือเป็นปัญหาที่สำคัญ (Key problem) ที่นำไปสู่ขั้นตอนทั้งหมดของกิจกรรมการสอนในคาบนั้นและปัญหาที่ครูนำเสนอนั้นก็มักจะเป็นปัญหาปลายเปิด

3. ขั้นการทำกิจกรรมเดี่ยวหรือกลุ่มของนักเรียน (Students working individually or in groups) หลังจากทีครูนำเสนอปัญหาของบทเรียนแล้วนักเรียนจะทำหรือแก้ปัญหาด้วยตัวเองของเขาก่อนประมาณไม่เกิน 20 นาที โดยมากประมาณ 5 – 10 นาที จากนั้นจึงเข้าไปทำงานกับกลุ่มเล็ก ๆ หรือกลุ่มย่อย เพื่อแก้ปัญหาและแสดงวิธีการคิดร่วมกัน ซึ่งส่วนใหญ่ นักเรียนจะแก้ปัญหาด้วยตัวเองเสร็จไปก่อนที่จะเข้ากลุ่ม

4. ขั้นการอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา (Discussing solution methods) หลังจากทีนักเรียนในกลุ่มได้แก้ปัญหาเสร็จแล้ว ในห้องเรียนจะมีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนประมาณ 1 – 2 วิธีการ แล้วอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการนั้น ๆ โดยมากแล้วครูมักจะเรียกถามนักเรียนรายคน หรือมากกว่านั้นเพื่อให้แสดงความคิดเห็นว่าได้ค้นพบอะไรบ้าง ครูมักจะเลือกนักเรียนให้

ตอบมากกว่าการขออาสาสมัคร โดยถามถึงวิธีการที่นักเรียนคนนั้นทำ โดยครูจะสังเกตเห็นแล้วในขณะที่เดินดูนักเรียนอยู่รอบ ๆ ห้อง และบางครั้งครูก็อาจนำเสนอวิธีการของตัวเองเพื่อแลกเปลี่ยนกับนักเรียนบ้าง เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการของครูที่ต้องการสอนและเมื่อนักเรียนออกมานำเสนอวิธีการเสร็จแล้วนั้น ครูจะทำการสรุปและให้รายละเอียดในตอนท้าย

5. ขั้นสรุปประเด็นสำคัญ (Highlighting and summarizing the major points) ในช่วงท้ายของการสอนหรือระหว่างการทำกิจกรรมนั้น ครูจะบรรยายสรุปสั้น ๆ ในประเด็นที่สำคัญที่ครูต้องการให้นักเรียนได้รับในคาบนั้น

Nohda (2000 อ้างอิงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547 หน้า 33-35) ได้เสนอขั้นตอนการนำปัญหาปลายเปิดมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดว่ามี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้ผู้เรียนได้เผชิญ โดยที่ผู้สอนไม่ได้แนะวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ซึ่งลักษณะของปัญหาอยู่ในรูปของสถานการณ์ เช่น การเล่นเกม ปัญหานั้นไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ซึ่งวิธีการแก้ปัญหานั้นจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของครูว่าตั้งใจจะกำหนดปัญหาที่ครูต้องการให้นักเรียนแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนดเป็นปัญหาปลายเปิดชนิดใด ซึ่งชนิดของปัญหาปลายเปิดมี 3 ชนิด คือ 1) กระบวนการเปิด คือ มีวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องหลายทาง 2) ผลลัพธ์เปิด คือ มีคำตอบถูกหลายคำตอบ 3) แนวทางการพัฒนาเปิด คือ สามารถที่จะพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ได้หลากหลาย โดยการเปลี่ยนเงื่อนไขหรือคุณลักษณะ หรือวิธีคิดที่ครูต้องการให้นักเรียนนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่มีวิธี และปัญหาที่ครูต้องการให้นักเรียนสร้างขึ้นจากปัญหาเดิมเป็นประเภทใด

2. แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละคนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล และครูกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายถึงความเกี่ยวข้องกันของแต่ละวิธีและนำมาบูรณาการเข้าด้วยกัน

3. ขยายปัญหา เป็นขั้นตอนการขยายสู่ขั้นตอนใหม่ โดยอาศัยฐานจากปัญหาเดิมและพิจารณาจากขั้นตอนการแก้ปัญหา

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน โดยเป็นปัญหาปลายเปิดชนิดกระบวนการเปิด คือ มีวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องหลายทาง โดยในขั้นนี้ครูจะต้อง

อธิบายปัญหานั้นให้นักเรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ และเงื่อนไขของปัญหานั้น ๆ เพราะนักเรียนบางคนอาจไม่เข้าใจปัญหา เนื่องจากเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่เคยพบเจอมาก่อน

2. ชั้นนักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นชั้นที่นักเรียนจะได้ทำงานเป็นกลุ่ม แต่ละคนจะได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา ขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล แล้วเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองร่วมกับเพื่อน ๆ เพื่ออภิปรายร่วมกันถึงวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละคน แล้วเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ทุกคนในกลุ่มเห็นว่ามีเหมาะสมที่สุดมา 1 วิธีในการนำเสนอ

3. ชั้นอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา เป็นชั้นที่นักเรียนจะต้องนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองในชั้นเรียน ส่วนนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ สามารถซักถามข้อสงสัย เสนอแนะเพิ่มเติม หรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการในการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสได้เรียนรู้แนวคิดของเพื่อน ๆ จะได้เป็นการขยายมุมมองของนักเรียนให้กว้างขึ้น

4. ชั้นสรุปเชื่อมโยงวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน เป็นชั้นที่ครูหรือผู้เรียนควรเขียนแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลายนั้น แล้วร่วมกันเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม ว่าการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร มีข้อดีหรือข้อควรปรับปรุงอย่างไร แล้วร่วมกันสรุปว่าการแก้ปัญหาหรือแนวคิดของกลุ่มใดมีความเหมาะสมกับปัญหาที่กำหนดให้ พร้อมกับอธิบายเหตุผลประกอบ ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 แนวคิด

## 2.3 ปัญหาปลายเปิด

### 2.3.1 ความหมายของปัญหาปลายเปิด

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, หน้า 27) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบเปิดกว้าง มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการหรือแนวทางหาคำตอบได้หลายวิธี

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, หน้า 6) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นสถานการณ์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้มีกระบวนการหาคำตอบที่หลากหลายหรืออาจมีคำตอบที่หลากหลายอย่างสมเหตุสมผล รวมไปถึงการสร้างปัญหาใหม่จากปัญหาเดิมและหาแนวทางการหาคำตอบที่มีความเป็นกรณีทั่วไป

ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 199) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิด เป็นปัญหาที่มีหลายคำตอบมีแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบได้หลายอย่าง เป็นปัญหาที่ช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และศักยภาพของนักเรียน

Becker & Shimada (1997, อ้างอิงใน พัทยากร บุคสยา, 2559 หน้า 30) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดนั้นไม่ได้สนใจที่คำตอบของปัญหานั้น แต่ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่มีวิธีการ

หรือการได้มาซึ่งคำตอบที่หลากหลาย กล่าวคือไม่ได้มีแค่กระบวนการเดียวเท่านั้นแต่มีหลายกรณีหรือหลายวิธีในการแก้ปัญหา

จากความหมายของปัญหาปลายเปิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่มีวิธีการในการหาคำตอบได้หลากหลายวิธีการ

### 2.3.2 ประเภทของปัญหาปลายเปิด

กรมวิชาการ (2545, หน้า 206-207) ได้แบ่งปัญหาปลายเปิดออกเป็น 2 ประเภทคือ

#### 1. ปัญหาที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ

##### 2. ปัญหาที่แสดงแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้หลายอย่าง

จากการศึกษาประเภทของปัญหาปลายเปิดข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ปัญหาปลายเปิดแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. กระบวนการเปิด เป็นปัญหาที่มีแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
2. ผลลัพธ์เปิด เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องหลากหลายคำตอบขึ้นอยู่กับ

ความเหมาะสมและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่นักเรียนได้นำเสนอ

Nohda (1983 อ้างอิงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547, หน้า 6-8) ได้จำแนกปัญหาปลายเปิดออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. กระบวนการเปิด (Process is open) ปัญหาชนิดนี้มีแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นปัญหาคำถามที่กำเริบให้ได้อย่างหลากหลาย แน่นอนว่าปัญหาคณิตศาสตร์ทุกปัญหาต่างก็เป็นปัญหาปลายเปิดโดยนัยนี้ อย่างไรก็ตามประเด็นที่น่าสนใจก็คือ โดยทั่วไปปัญหาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจะเน้นการพิจารณาคำตอบเพียงคำตอบเดียว รวมทั้งไม่ได้เน้นแง่มุมเชิงกระบวนการของปัญหา

2. ผลลัพธ์เปิด (End product are open) ปัญหาปลายเปิดชนิดนี้มีคำตอบที่ถูกต้องหลากหลาย โดยชิมะตะและเพื่อนร่วมงานของเขาได้พัฒนารูปแบบของปัญหานี้ขึ้น (e.g., Shimada, 1977) ในยุโรป คริสตันเซน; และวอลเตอร์ (Christansen; & Walter, 1986)

3. แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด (Ways to develop are open) หลังจากที่นักเรียนได้แก้ปัญหาไปแล้ว นักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือองค์ประกอบของปัญหาเดิม การเน้นแง่มุมนี้ซึ่งเรียกว่า "จากปัญหาสู่ปัญหา" (Takeuchi; & Sawada, 1984) ถือได้ว่าเป็นแนวทางการพัฒนาปัญหาปลายเปิด

Becker & Shimada (1997, อ้างอิงใน ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล, 2557 หน้า 21) ได้แบ่งปัญหาปลายเปิดออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่ให้หาความสัมพันธ์ (Finding relation) ปัญหาในลักษณะนี้มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนหากฎเกณฑ์หรือความสัมพันธ์ เช่น “จงหาความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีกับปริมาตรของทรงกลม”

2. ปัญหาที่ให้แยกประเภท (Classifying) ปัญหาในลักษณะนี้มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนแยกประเภทหมวดหมู่ ให้ออกมาเป็นคุณลักษณะที่ต่าง ๆ กัน ซึ่งอาจจะนำไปสู่การสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เช่น “รูปสี่เหลี่ยมบางชนิดสามารถแนบในวงกลมได้ บางชนิดก็ไม่สามารถแนบในวงกลมได้”

3. ปัญหาที่ให้ประเมินปริมาณของสิ่งต่าง ๆ หรือสถานการณ์ (Measuring) ปัญหาในลักษณะนี้มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนประเมินสถานการณ์ที่เป็นปัญหาใด ๆ ที่เกี่ยวกับการคิด การตัดสินใจโดยใช้คณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้รับการคาดหวังว่าจะประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และทักษะพื้นฐานที่จะนำมาแก้ปัญหา เช่น สมมติว่าในวันเกิดของท่านคือวันที่ 30 เมษายน และลุงเศรษฐีของท่านคนหนึ่งจะให้ของขวัญโดยให้เลือกระหว่าง 1) ให้เงินสด 1,000,000 ดอลลาร์ 2) ให้ 0.01 ดอลลาร์ในวันที่ 1 เมษายนให้ 0.02 ดอลลาร์ในวันที่ 2 เมษายนให้ 0.04 ดอลลาร์ในวันที่ 3 เมษายน ให้ 0.08 ดอลลาร์ในวันที่ 4 เมษายน และให้ในลักษณะนี้ไปจนครบถึงวันเกิดของท่าน ท่านจะเลือกรับของขวัญแบบใด จงอธิบายเหตุผล และพิสูจน์ความถูกต้อง

ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยเลือกใช้ปัญหาปลายเปิดประเภทที่เป็นปัญหาปลายเปิดที่มีลักษณะเป็นกระบวนการเปิด เป็นปัญหาที่มีแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ด้วยบริบทของคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจะเน้นการพิจารณาคำตอบเพียงคำตอบเดียว

### 3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

#### 3.1 ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533, หน้า 129) ได้ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาเป็นสภาพของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยจำนวนและตัวเลข และข้อความที่ก่อให้เกิดปัญหานักเรียนจะต้องตัดสินใจว่าจะใช้วิธีอะไรทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหานี้ พร้อมทั้งเสนอแนะว่าครูควรจัดโจทย์ปัญหาเหล่านี้ไว้หลายระดับความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ของเด็กแต่ละคน เพื่อไม่ให้เด็กเกิดความคับข้องใจ หรือขาดแรงจูงใจในการคิดแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น

วิชัย พาณิชยสวຍ (2546, หน้า 9) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ ปัญหา หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งสามารถหาคำตอบได้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และทักษะต่าง ๆ ที่มีอยู่ เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา หรือสถานการณ์นั้นอย่างเป็นทางการ



จากความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ปัญหาที่ประกอบด้วยข้อความและตัวเลข ที่ต้องการคำตอบเชิงปริมาณ หรือตัวเลข หรือกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้หรือประสบการณ์ของตนเอง เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

### 3.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

พิสมัย ศรีอำไพ (2534, หน้า 3-4) ได้กล่าวถึงชนิดของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มี 4 ชนิด คือ

1. ปัญหาขั้นเดียว (One-Step Problems) เป็นโจทย์ปัญหาที่ทุกคนคุ้นเคยอยู่แล้ว การแก้ปัญหาแบบนี้มักใช้วิธีการ บวก ลบ คูณ หาร
2. ปัญหาหลายขั้น (Multiple-Step Problems) เป็นโจทย์ปัญหา ซึ่งสามารถที่จะแก้ได้ โดยการกระทำเบื้องต้นตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป หรือจะใช้การกระทำชนิดเดิมแต่ซ้ำกันหลายครั้งก็ได้
3. ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ (Process Problems) เป็นโจทย์ปัญหาต้องใช้ความคิดที่เป็นเหตุผลช่วยในการแก้ปัญหาโดยใช้กลยุทธ์หลาย ๆ แบบ เช่น มองหารูปแบบวาดรูปสร้างสมการ และอื่น ๆ โดยทั่วไป ปัญหาเหล่านี้จะไม่สามารถแก้ได้ด้วยวิธีการบวก ลบ คูณ หารธรรมดา
4. ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ (Applied Problems) เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนทำการเก็บข้อมูลและตัดสินใจเองในการที่จะหาผลเฉลยของปัญหา อาจใช้กลยุทธ์หลายอย่าง ปัญหาเหล่านี้จะสะท้อนให้เห็นสถานการณ์จริงและอาจจะไม่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียว

กรมวิชาการ (2535, หน้า 65) ได้จำแนกประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การจัดประเภทของโจทย์ปัญหา โดยพิจารณาจากการนำเอากระบวนการทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ แยกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- 1.1 ปัญหาประจำ (Routine Problem) เป็นปัญหาที่จะต้องประยุกต์เอากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ใกล้เคียงกับที่ได้เรียนมาแล้ว มาช่วยแก้ปัญหาส่วนมากเป็นปัญหาที่พบในแบบเรียนคณิตศาสตร์

- 1.2 ปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาประจำ (Non-Routine Problem) เป็นปัญหาที่จะต้องอาศัยความคิดมากขึ้น ทั้งนี้เพราะในการเลือกกระบวนการที่จะใช้แก้ปัญหานั้นไม่ชัดเจน ส่วนมากจะเป็นปัญหาที่ไม่มีในตำราเรียน แต่จะพบได้จากแหล่งอื่น ๆ เช่น จากวารสารคณิตศาสตร์

2. การจัดประเภทของโจทย์ปัญหา โดยพิจารณาจากลักษณะเฉพาะของแต่ละปัญหา แยกได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้

2.1 ปัญหาแบบฝึกหัด (Drill Exercise) เป็นปัญหาที่ให้นักเรียนฝึกการใช้กระบวนการคิดคำนวณและช่วยให้จดจำข้อเท็จจริงได้

2.2 ปัญหาเชิงเดียว (One Step Problem) เป็นปัญหาที่สามารถทำการแก้ไขได้โดยวิธีการกระทำใดการกระทำหนึ่งเพียงอย่างเดียว หรือสามารถแปลงออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้เพียงประโยคเดียว ปัญหาประเภทนี้ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จากการแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงสู่การแสดงออกที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ตลอดจนช่วยรักษาความสามารถทางการคิดคำนวณให้คงทน ส่วนมากจะพบปัญหาประเภทนี้จากแบบเรียนคณิตศาสตร์

2.3 ปัญหาเชิงซ้อน (Multi-Step Problem) เป็นปัญหาที่จะต้องใช้วิธีการกระทำอย่างน้อย 2 วิธี หรือสามารถแปลงออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่ประกอบด้วย เครื่องหมายอย่างน้อย 2 ตัว ปัญหาประเภทนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงไปสู่การแสดงออกทางคณิตศาสตร์เช่นเดียวกัน

2.4 ปัญหาประเภทกระบวนการ (Process Problem) ปัญหาประเภทนี้ให้รูปแบบการคิดอย่างมีกระบวนการเพื่อช่วยให้เกิดพัฒนาการด้านกลวิธีในการวางแผนและแก้ปัญหาตลอดจนการวิเคราะห์ผลที่ได้ ลักษณะของปัญหายากที่จะแปลเป็นประโยคสัญลักษณ์ ซึ่งจะต้องใช้ความคิดทางตรรกศาสตร์หรือวิธีการอื่น ๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา เช่น การวาดภาพ การใช้ตาราง การเดา การคิดย้อนหลัง หรือแม้แต่การค้นหาแบบแผน โจทย์ประเภทนี้ยากที่จะพบในแบบเรียน

2.5 ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่มาจากสถานการณ์จริงผลลัพธ์ที่ได้เกิดจากทักษะ ข้อเท็จจริงที่เกิด ความคิดสรุปรวบยอด และกระบวนการทางคณิตศาสตร์วิธีการดังกล่าวจะนำมาใช้เป็นตัวช่วยในการรวบรวมข้อมูล การสรุป การนำเสนอและประกอบการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล ปัญหาประเภทนี้ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้วิธีซึ่งอาจจะใช้การรวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์ คิดคำนวณ สรุปและเสนอผล

2.6 ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่ปกติแล้วจะแก้ได้โดยการเดา (Lucky Guess) หรือวิธีที่ผิดแปลกไปจากวิธีทั่ว ๆ ไป ปัญหาประเภทนี้จะทำให้นักเรียนได้สัมผัสคณิตศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่งซึ่งเป็นเรื่องนันทนาการจากประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในหนังสือเรียนเป็นโจทย์ปัญหาที่สามารถแก้ด้วยหลักการหรือกฎเกณฑ์ของคณิตศาสตร์ที่ตายตัว และโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงผลลัพธ์ที่ได้เกิดจากทักษะ ข้อเท็จจริง ความคิดสรุปรวบยอดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538, หน้า 52- 53 ) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การแบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปของปริมาณจำนวน หรือให้หาวิธีการ คำอธิบาย ให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือเท็จ

2. การแบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อน ของปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ปัญหารรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้มีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองหาความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปแก้ปัญหา

วิชัย พาณิชยสว (2545, หน้า 10-12) ได้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาไว้ 2 ประเภท สรุปได้ ดังนี้

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พบเห็นอยู่ทั่วไปในหนังสือเรียน ซึ่งใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ลักษณะเด่นของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ประเภทนี้คือ สามารถหาคำตอบด้วยวิธีและลำดับขั้นตอนที่ใช้อยู่เป็นประจำ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเกือบทั้งหมดเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จำเจ ซึ่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่เด็กเคยเห็นจนคุ้นเคยสามารถหาคำตอบด้วยวิธีที่เป็นข้อกำหนดกฎเกณฑ์เดิม ๆ โดยผู้เรียนจะแปลเรื่องราวของโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์และคำนวณหาคำตอบได้ทันที โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จำเจอาจเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชั้นเดียวหรือโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลายชั้นก็ได้

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่จำเจผู้เรียนไม่สามารถหาคำตอบได้โดยการแปลเรื่องราวของโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์และคิดคำนวณหาคำตอบตามวิธีที่ใช้อยู่เดิม ๆ แต่ผู้เรียนจะต้องวางแผนคิดหากลวิธีมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ประเภทนี้อาจเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของบุคคลหรือเป็นปัญหา

ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาอื่น และบางครั้งคำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อาจมีมากกว่า 1 คำตอบ

Kutz (1991, อ้างอิงใน ปพิชญา ปานใจ, 2559, หน้า 21) ได้แบ่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภทซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปกติ หรือโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นภาษา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่นักเรียนพบในหนังสือเรียน
2. โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ปกติ ซึ่งอาจแบ่งได้เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่แสดง ขบวนการ และปัญหาที่เป็นปริศนา

Baroody (1993 อ้างอิงใน กัญญาภรณ์ สนิมทิน, 2558, หน้า 42) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหารoutine (Routine Problem) หรือปัญหาอย่างง่าย หรือปัญหาขั้นเดียว (Simple หรือ One Step Translation) เป็นปัญหาที่ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างเดียวและสามารถแก้ปัญหานี้โดยตรง

2. ปัญหาไม่ routine (Non Routine Problem) แบ่งออกเป็น 7 ลักษณะ ดังนี้

- 2.1 ปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาหลายขั้น (Complex or Multistep Translation Problems) เป็นปัญหาที่จะต้องประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 2 การดำเนินการขึ้นไปในการแก้ปัญหา

- 2.2 ปัญหาที่ต้องปรับให้สิ่งอื่นของปัญหา (Other Modification of Translation Problems) เป็นการรวบรวมปัญหาหลายขั้นและขั้นเดียวแล้วเป็นวิธีการอื่น ๆ เพื่อต้องการความคิดวิเคราะห์ ได้แก่ ปัญหาที่ต้องการหาค่าประกอบที่ผิดหรือสิ่งที่ผิดของโจทย์ปัญหาที่ต้องการประยุกต์คำตอบปัญหาที่ให้ข้อมูลมาก ๆ หรือข้อมูลน้อย ๆ หรือข้อมูลที่ไมถูกต้องปัญหาที่สามารถแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี ปัญหาที่ต้องการคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ ปัญหาที่ต้องใช้ความอดทนในการแก้ปัญหา

- 2.3. ปัญหากระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ กันในการแก้ปัญหา

- 2.4 ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่มีเทคนิค และต้องการความลึกซึ้ง เป็นปัญหาเกี่ยวกับกลอุบาย ปัญหาประเภทนี้จะทำให้เกิดความสนุกสนานและท้าทาย

- 2.5 ปัญหาเฉพาะที่ไม่บรรลุเป้าหมาย (Nongoal-Specific Problem) ปัญหาประเภทนี้มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งไม่ต้องการหาคำตอบหรือเงื่อนไขคำตอบ

2.6 ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) ขยายจากสถานการณ์ในชีวิตจริง

2.7 ปัญหาทฤษฎี (Strategy Problem) ปัญหาประเภทนี้จะช่วยระบุหรือเน้นยุทธวิธีที่จะช่วยทำให้เข้าใจปัญหา และกระบวนการในการแก้ปัญหา

จากประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ โจทย์ปัญหาประกอบอิงตำราหรือโจทย์ปัญหาที่แก้ด้วยการแปลงให้เป็นประโยคคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาชั้นเดียวสามารถแก้สมการได้โดยตรง และโจทย์ปัญหาประเภทกระบวนการ ที่ปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาหลายชั้น

### 3.3 ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2535, หน้า 11-13) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาได้ 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหาได้ถ่องแท้
2. หาวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ใช้อุปกรณ์ของจริง ใช้การเขียนภาพ ใช้การเขียนตาราง เขียนรายการที่สำคัญของปัญหาค้นหาเหตุผล
3. ลงมือแก้ปัญหตามวิธีการที่คิดว่าได้ผล ถ้ายังไม่ได้ผลก็หาวิธีอื่นมาลองใหม่จนได้คำตอบ

#### 4. ตรวจสอบคำตอบ

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542, หน้า 75) ได้สรุปกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา ทำความเข้าใจปัญหาโดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์ข้อมูล โจทย์ถามอะไรและให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกออกจากกัน

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา จะสมมติสัญลักษณ์อย่างไร จะต้องหาว่าข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร สิ่งที่ไม่รู้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่รู้แล้วอย่างไร หาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำกฎเกณฑ์ หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ

ขั้นที่ 3 การคิดคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง เป็นขั้นที่ต้องคำนวณแก้สมการคิดหาคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดของปัญหา โดยวิธีการตามแผนที่วางไว้ จะต้องรู้จักวิธีการคำนวณที่เหมาะสมตลอดจนตรวจสอบวิธีการและคำตอบด้วย

Polya (1957 อ้างอิงใน กัญญาภรณ์ สนินทิน, 2558, หน้า 46) ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าต้องอาศัยขั้นตอนต่าง ๆ 4 ขั้นตอน ต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา (Understand The Problem) เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่สุดของกระบวนการแก้ปัญหา ความเข้าใจปัญหาจะเริ่มโดยการเข้าใจคำ วลี หรือประโยคย่อย ๆ ในตัวปัญหา ก่อน จะถือว่ามีความเข้าใจในปัญหาก็คือเมื่อสามารถแยกแยะส่วนสำคัญของปัญหาแต่ละส่วนได้ ในที่นี้นักเรียนจะถ่ายโยงปัญหามาอยู่ในภาษาของพวกเขาเองตามที่ประสบมาในแต่ละคน นักเรียนจะสำรวจปัญหาอย่างระมัดระวังจนสามารถวิเคราะห์แยกแยะ ระบุสิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดและเงื่อนไขที่เชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหา กับข้อมูลที่กำหนดให้

2. วางแผนแก้ปัญหา (Devising A Plan For Solving It) นับว่าเป็นขั้นที่ยากขั้นหนึ่งในกระบวนการแก้ปัญหา ต้องได้รับการฝึกฝนทางการคิดและการให้เหตุผลเป็นอย่างดี เป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ความรู้ ความคิดรวบยอด และหลักการต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาก่อน รวมทั้งอาจจะใช้ประสบการณ์ที่เคยแก้ปัญหาที่มีความคล้ายคลึงมาแล้วหรือมีส่วนใกล้เคียงกับปัญหาที่จะแก้ นำมาช่วยในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่กำหนดหรือสมมติฐานที่จะนำไปสู่ผลได้บ้างและมีข้อมูลใดบ้างที่จะนำไปสู่สิ่งที่ต้องการหา ซึ่งอาจไม่ใช่ข้อมูลที่กำหนดในตัวปัญหาโดยตรง หรืออาจกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่า เป็นขั้นที่นักเรียนสัมพันธ์ปัญหาไปสู่ประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์แต่ละคน แล้วรวบรวมข้อเท็จจริงทุกอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อตัดสินใจว่าจะทำวิธีใด นักเรียนเลือกยุทธวิธีและพิจารณาการกระทำที่เหมาะสมขึ้นกับความเข้าใจของนักเรียนเป็นอย่างมาก

3. ดำเนินการตามแผน (Carry out Your Plan) เป็นขั้นตอนที่แสดงให้เห็นในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นไปอย่างต่อเนื่องจากขั้นที่สอง คือ เมื่อวางแผนเสร็จแล้ว ก็จะเป็นขั้นเรียบเรียงและเติมรายละเอียดตามแผนที่วางไว้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น มีการตรวจรายละเอียดความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนตามลำดับการใช้ภาษาที่ชัดเจน เข้าใจและสมเหตุสมผล จะช่วยให้การแก้ปัญหาเป็นไปได้ง่ายขึ้น สุดท้ายก็ตัดสินใจว่าจะทำอย่างไรซึ่งนักเรียนจะต้องลงมือทำ ในการแก้โจทย์ปัญหามักจะเป็นการคิดคำนวณนับเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหา

4. การตรวจสอบ (Look Back To Examine The Solution Obtained) เป็นขั้นตอนที่มีประโยชน์อย่างยิ่งแต่ มักจะถูกละเลย เมื่อเราได้คิดและแสดงวิธีแก้ปัญหาแต่ละขั้นโดยละเอียดแล้วจะต้องตรวจความถูกต้องและขั้นตอนการได้คำตอบมาด้วย เพราะจะช่วยให้เราเข้าใจปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาโดยเกิดความคิดที่จะดัดแปลงวิธีการแก้ปัญหาให้ง่ายหรือชัดเจนยิ่งขึ้น

จากขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้เป็นขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่จะต้องทำความเข้าใจปัญหา สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้

2. **ขั้นวางแผนแก้ปัญหา** เป็นขั้นตอนที่จะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบที่สามารถนำไปสู่การหาคำตอบได้

3. **ขั้นลงมือแก้ปัญหา** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

4. **ขั้นตรวจสอบคำตอบ** เป็นขั้นตอนที่จะทำการตรวจสอบผลของการแก้โจทย์ปัญหาว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่

### 3.4 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2539, หน้า 121) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ และคำตอบโดยใช้ทักษะ การคิด คำนวณ และการตรวจคำตอบ

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 39-40) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้ว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้ พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม พัฒนาและใช้กลยุทธ์แก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบและกลยุทธ์ปัญหาเดิมกับปัญหาใหม่ บูรณาการกลยุทธ์แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 25) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และต้องใช้การคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง คิดเชิงตรรกะ เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

จากความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง

ความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา มีการวางแผนในการแก้ปัญหา การเลือกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบ และมีการตรวจคำตอบเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

### 3.5 องค์ประกอบที่มีส่วนช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538, หน้า 62-74) ได้เสนอเกี่ยวกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนควรเริ่มต้นจากการพิจารณาว่ามีองค์ประกอบอะไรบ้างที่ส่งผลต่อความสามารถดังกล่าวนี้ เพื่อให้เกิดแนวความคิดในการเสนอแนะวิธีการพัฒนาที่เหมาะสมองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวถึงต่อไปนี้จะเน้นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน ซึ่งเป็นผู้ได้รับการพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สำคัญมีดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถด้านนี้คือทักษะการอ่านและการฟัง เนื่องจากนักเรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง แต่ปัญหาส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปข้อความที่เป็นตัวอักษร เมื่อพบปัญหานักเรียนจะต้องอ่านและทำความเข้าใจ โดยสามารถแยกประเด็นที่สำคัญของปัญหาต้องการให้หาอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นและไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา การทำความเข้าใจปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือการรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ ข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจดบันทึกแยกแยะประเด็นต่าง ๆ การเขียนภาพหรือแผนภูมิ การสร้างตัวแบบการยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

2. ทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะเกิดจากการฝึกฝน ทำอยู่บ่อย ๆ จนเกิดความชำนาญเมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะมีโอกาสได้พบปัญหาต่าง ๆ หลากรูปแบบ ซึ่งอาจจะมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกัน หรือแตกต่างกัน นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ ก็สามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่า ปัญหาใหม่นั้นมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยมาก่อนบ้างหรือไม่ ปัญหาใหม่นั้นสามารถแยกเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่มีโครงสร้างของปัญหาคือคล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยแก้มาแล้วหรือไม่ สามารถใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหานี้ได้บ้างนักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหา จะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม



3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล หลังจากที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและวางแผนในการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ซึ่งในขั้นนี้ ปัญหาจะต้องใช้การคิดคำนวณ และบางปัญหาจะต้องใช้กระบวนการและเหตุผล การคิดคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการแก้ปัญหา เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัดและวางแผนแก้ปัญหา แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นถือได้ว่าไม่ประสบความสำเร็จ สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผล นักเรียนจะต้องอาศัยพื้นฐานในการเขียน การพูด นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความหมายของการพิสูจน์และวิธีการพิสูจน์แบบต่าง ๆ เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการไปใช้แก้ปัญหาในแต่ละระดับชั้น

4. แรงขับ เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยและไม่สามารถหาวิธีการคิดหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ผู้แก้ปัญหาก็ต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อที่จะให้ได้คำตอบ นักเรียนผู้แก้ปัญหาก็ต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดขึ้นจากปัจจัยทางด้านจิตพิสัย ได้แก่ เจตคติ ความสนใจ อัตโนทัศน์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหาซึ่งปัจจัยต่าง ๆ ทางด้านจิตพิสัยเหล่านี้ จะต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนานในการปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านทางกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนการสอน

5. ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยบูรณาการความเข้าใจทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุวร กาญจนมยุร (2545, หน้า 50-52) ได้กล่าวว่า การที่นักเรียนจะสามารถนำความรู้และประสบการณ์ทั้งหมดที่ตนมีอยู่ไปใช้วิเคราะห์คำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นได้โดยวิธีใดจะต้องอาศัยองค์ประกอบหลายประการ ดังนี้

1. องค์ประกอบเกี่ยวกับภาษา หมายถึง ครูผู้สอนต้องฝึกนักเรียนให้มีความสามารถในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 มีทักษะในการอ่านหมายถึงอ่านได้คล่องชัดเจน แบ่งวรรคตอนถูกต้อง ไม่ว่าจะอ่านในใจหรืออ่านออกเสียง

1.2 มีทักษะในการเก็บใจความ หมายถึง เมื่ออ่านข้อความของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แล้วสามารถแบ่งข้อความของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ว่าข้อความทั้งหมดมีกี่ตอน

ตอนใดเป็นข้อความของสิ่งกำหนดให้ หรือเป็นสิ่งที่โจทย์บอก และข้อความตอนใดเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่โจทย์ถาม

2. องค์ประกอบเกี่ยวกับความเข้าใจเป็นขั้นตีความและแปลความจากข้อความทั้งหมดของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ครูผู้สอนจะต้องฝึกนักเรียนให้มีความสามารถในเรื่องต่อไปนี้

2.1 มีทักษะจับใจความ หมายถึง เมื่ออ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นี้กล่าวถึงอะไรบอกอะไรและถามอะไร

2.2 มีทักษะตีความและแปลความ หมายถึง อ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนสามารถตีความและแปลความจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มาเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง มีทักษะในการแต่งหรือสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หมายถึงจากประโยคสัญลักษณ์ที่ตีความหรือแปลความ นักเรียนแต่ละคนสามารถแต่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หรือสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ใหม่ในลักษณะคล้ายกันได้

3. องค์ประกอบเกี่ยวกับการคำนวณ ขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนต้องมีความสามารถ ในเรื่องต่อไปนี้

3.1 มีทักษะการบวก ลบ คูณ และหารจำนวน

3.2 มีทักษะการยกกำลังและการหารากที่สอง รากที่สามของจำนวนได้

3.3 มีทักษะการแก้สมการ

4. องค์ประกอบเกี่ยวกับการย่อความและสรุปความไว้ครบถ้วนชัดเจนในชั้นแสดงวิธีทำ

5. องค์ประกอบเกี่ยวกับการฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การเรียนรู้การแก้ไข โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองของบุคคล นักเรียนแต่ละคนมีกระบวนการเรียนรู้และสร้างความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดหลักการได้แตกต่างกัน บางคนเรียนรู้ได้ดีถ้าเรียนรู้จากสื่อที่เป็นรูปธรรม บางคนเรียนรู้ได้ดีในลักษณะนามธรรมบางคนเรียนรู้ สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะว่าวิธีการเรียนรู้ของแต่ละคนมีกระบวนการและพลังความสามารถของสมองมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันการฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากครูผู้สอนต้องเริ่มในลักษณะที่ว้าค่อย ๆ เป็นค่อย ๆ ไป ตามความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

วัชรีย์ บุรณสิงห์ (2546, หน้า 178-179) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีผลต่อความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนนั้น จะประสบผลสำเร็จหรือไม่เพียงใด จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ ได้แก่

1. โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ธรรมชาติของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จะเป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้สำเร็จหรือไม่สำเร็จเนื้อหาที่สำคัญในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ รูปแบบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่วิธีการที่นำเสนอข้อมูลต่าง ๆ และโครงสร้างของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ซับซ้อนหรือไม่ซับซ้อน ทั้งในด้านเนื้อหาภาษาที่ใช้รูปแบบประโยคหรือความเป็นเหตุเป็นผล

2. นักเรียน ลักษณะต่าง ๆ ในตัวของนักเรียนแต่ละคน จะมีบทบาทอย่างมากในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ลักษณะต่าง ๆ เหล่านั้น ได้แก่ ความรู้พื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์และความชำนาญในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ประสบการณ์ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่คล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหานี้ ความสามารถในการอ่าน การฟัง และความเข้าใจในด้านภาษาและภาษาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการทำความเข้าใจในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม มโนคติ และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ความมานะบากบั่น และการทำงานของผู้เรียน ความพยายามในการทำให้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กระจายชัดเจน และความกดดันของผู้เรียนในสถานการณ์ต่าง ๆ

กระบวนการในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ องค์ประกอบในด้านกระบวนการนี้เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และนักเรียนที่จะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคนในขณะที่แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น ๆ เช่น การจัดการแยกแยะข้อมูลต่าง ๆ วิธีการวิเคราะห์ (กำหนดอะไรบ้าง ต้องการให้หาอะไร ข้อมูลอะไรบ้างที่จำเป็นและไม่จำเป็นต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์) ยุทธวิธีต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และวิธีการในการตรวจคำตอบ

ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 171-172) การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ครูอาจทำได้โดยให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ปัญหาและอาจใช้การวาดภาพประกอบการคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเองมากขึ้นโดยจัดสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจท้าทายความคิดของนักเรียน

Suydam (1990, p. 36) กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการเข้าใจความคิดรวบยอดและข้อความทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแยกแยะความคล้ายคลึงหรือความแตกต่าง ความสามารถในการเลือกใช้ข้อมูลและวิธีการที่ถูกต้อง ความสามารถในการแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

ความสามารถในการวิเคราะห์และประมาณค่า ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์และตีความหมายของข้อมูลในเชิงปริมาณ

จากองค์ประกอบที่มีส่วนช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปว่า องค์ประกอบที่มีส่วนช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 5 องค์ประกอบ คือ 1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา 2. ทักษะในการแก้ปัญหา 3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล 4. แรงขับหรือแรงจูงใจ และ 5. ความยืดหยุ่น

### 3.6 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สสวท. (2546, หน้า 21, 69) เสนอว่า การวัดผลและประเมินผลทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งอาจเน้นการวัดด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอและตรงตามความเป็นจริง แล้วจึงประเมินผลที่ได้เพื่อสรุปผลงานที่นักเรียนปฏิบัติตามสภาพจริงที่ได้กำหนดไว้ในหลักสูตร อีกทั้งยังได้เสนอว่า การวัดผลและประเมินผลด้วยแบบวัดหรือแบบทดสอบ ในรูปแบบการแสดงวิธีทำในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาหรือเขียนคำตอบอย่างอิสระ จึงใช้ประเมินได้ครอบคลุมทั้งวิธีการคิด การวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน การใช้ความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ด้วย ซึ่งนักเรียนอาจใช้วิธีการที่หลากหลาย หรือเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีประกอบกันในการแก้ปัญหานั้น อีกทั้งแบบวัด หรือแบบทดสอบในรูปแบบการแสดงวิธีทำ สามารถตรวจให้คะแนนอย่างเป็นปรนัยได้ และควรสร้างแบบวัดให้มีสถานการณ์ปัญหาเพื่อได้คำตอบที่สะท้อนถึงความรู้ความเข้าใจ และการนำไปใช้ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างครอบคลุมในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน

ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 171) กล่าวว่า การวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการวัดกระบวนการที่จะได้มาซึ่งคำตอบจากสถานการณ์ของปัญหาที่นักเรียนพบ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่แบบทดสอบจะมาจากสถานการณ์ที่มีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิม

จากคำกล่าวของนักการศึกษาที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นการวัดขั้นตอนหรือกระบวนการของการได้มาซึ่งคำตอบ อาจมีขั้นตอนหรือกระบวนการของการได้มาของคำตอบที่หลากหลายขึ้นอยู่กับแนวคิดและความสมเหตุสมผลในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ควรใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ ควรเน้นที่กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน และมี

สถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายแตกต่างจากเดิม ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ได้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงได้มุ่งเน้นวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

### 3.7 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

#### 3.7.1 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic rubric)

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 218) ได้กล่าวถึง ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม ดังตาราง 13

ตาราง 13 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบองค์รวม ของสิริพร ทิพย์คง

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
5	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ชัดเจน อธิบายขั้นตอนที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง
4	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและมีการอธิบายคำตอบนั้น
3	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง แต่มีการคิดคำนวณผิดพลาดเล็กน้อย
2	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ถึงแม้จะยังไม่ได้คำตอบ
1	สำหรับการแสดงความพยายามในการแก้ปัญหาบ้าง แต่ไม่แสดงความก้าวหน้าในการหาคำตอบที่ถูกต้อง
0	สำหรับการไม่ได้แสดงความพยายามในการแก้ปัญหาเลย

สสวท. (2546, หน้า 73) ได้กล่าวถึงตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม ดังตาราง 14

ตาราง 14 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม  
ของ สสวท.

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
5	คำตอบถูกต้องและแสดงวิธีทำที่มีประสิทธิภาพโดยแสดงถึงการคิดอย่างเป็นระบบและการคิดวิเคราะห์
3	คำตอบถูกต้องและแสดงวิธีทำถูกต้องสมบูรณ์
2	คำตอบไม่ถูกต้อง แต่แสดงวิธีทำถูกต้อง
1	คำตอบไม่ถูกต้อง มีการแสดงวิธีทำแต่ยังไม่สมบูรณ์
0	คำตอบไม่ถูกต้อง และแสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง

### 3.7.2 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic rubric)

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 218-220) กล่าวถึง ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนในการแก้ปัญหา และ 3) การดำเนินการตามแผนและคำตอบที่ได้ ดังตาราง 15

ตาราง 15 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน  
ของ สิริพร ทิพย์คง

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
การทำความเข้าใจปัญหา	4	สำหรับความเข้าใจในโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	สำหรับความเข้าใจปัญหาในแต่ละส่วนของโจทย์ปัญหา
	0	สำหรับความเข้าใจในโจทย์ปัญหาผิด
การวางแผนในการแก้ปัญหา	4	สำหรับการวางแผนแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง
	2	สำหรับการวางแผนการแก้ปัญหบางส่วนได้ถูกต้อง
	0	สำหรับการไม่มีความพยายามที่จะแก้ปัญหหรือการวางแผนไม่เหมาะสม

## ตาราง 15 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
การดำเนินการตามแผนและคำตอบที่ได้	3	สำหรับการดำเนินการตามแผนและคำตอบที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	สำหรับการดำเนินการตามแผนถูกต้องแต่คำตอบผิด
	1	สำหรับการคิดคำนวณไม่ถูกต้อง หรือยกจำนวนมาคิดไม่ถูกต้อง (ขาดความรอบคอบ ทำให้ลอกโงทย์มาผิด) หรือมีบางส่วนของคำตอบถูก
	0	สำหรับคำตอบที่ผิดหรือไม่มีคำตอบ

สสวท. (2546, หน้า 105-106) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบแยกส่วน ดังตาราง 16

ตาราง 16 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน ของ สสวท.

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. การทำความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาละเอียดไม่ถูกต้อง

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้得不ถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่ถูกต้อง - ไม่มีการสรุปคำตอบ

จากตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytics rubric) ซึ่งเป็นเกณฑ์การให้คะแนนตามองค์ประกอบย่อยหรือแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 1) ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นลงมือแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบคำตอบดังตาราง 17

ตาราง 17 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอน	ข้อ	คำตอบของนักเรียน	คะแนน				
ในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์	(คะแนน เต็ม)	คำตอบของนักเรียน	คะแนน				
				1. ขั้นทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหา	- ตอบได้ครบถ้วนทุกประเด็น	2	
				1.1 (2)	- ตอบได้บางส่วน	1	
					- ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ	0	
					1.2 (2)	- ตอบได้ครบถ้วนทุกประเด็น	2
						- ตอบได้บางส่วน	1
- ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ	0						



ตาราง 17 (ต่อ)

ขั้นตอน	ข้อ	คำตอบของนักเรียน	คะแนน
ในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์	(คะแนน เต็ม)		
1. ขั้นทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหา		- ตอบได้ครบถ้วนทุกประเด็น	2
	1.1 (2)	- ตอบได้บางส่วน	1
		- ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ	0
	1.2 (2)	- ตอบได้ครบถ้วนทุกประเด็น	2
		- ตอบได้บางส่วน	1
		- ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ	0
2. ขั้นวางแผน แก้ปัญหา	2 (5)	- ใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นทำความเข้าใจปัญหา และมีการวางแผนการแก้ปัญหาที่สามารถ นำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง	5
		- ใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นทำความเข้าใจปัญหา แต่ไม่มีการวางแผนการแก้ปัญหา	3
		- ไม่ใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นทำความเข้าใจ ปัญหา แต่มีการวางแผนการแก้ปัญหา	1
		- ไม่ใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นทำความเข้าใจ ปัญหา และไม่มีการวางแผนขั้นตอนการ แก้ปัญหา	0
3. ขั้นลงมือแก้ปัญหา	3 (5)	- แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและสรุป คำตอบได้ถูกต้อง	5
		- แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาส่วนใหญ่ที่ นำไปสู่การหาคำตอบได้ แต่ไม่ได้สรุป คำตอบหรือตอบไม่ถูกต้อง	3
		- แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเล็กน้อยแต่ สรุปคำตอบได้ถูกต้อง	1

ตาราง 17 (ต่อ)

ขั้นตอน ในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์	ข้อ (คะแนน เต็ม)	คำตอบของนักเรียน	คะแนน
		- แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเล็กน้อย แต่ ไม่ได้สรุปคำตอบหรือตอบไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา แต่สรุป คำตอบได้ถูกต้อง - ไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา และไม่ได้ สรุปคำตอบหรือตอบไม่ถูกต้อง	0
4. ขั้นตรวจสอบ คำตอบ	4 (5)	- แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไขใน โจทย์ และสรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ ถูกต้อง - แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไขใน โจทย์ แต่ไม่สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหา หรือสรุปไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไข ในโจทย์ แต่สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ ถูกต้อง - แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไขใน โจทย์ไม่ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบของโจทย์ ปัญหาได้ถูกต้อง - แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไขใน โจทย์ไม่ถูกต้อง และไม่สรุปคำตอบของ โจทย์ปัญหาหรือสรุปไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไข ในโจทย์ และไม่สรุปคำตอบของโจทย์ ปัญหาหรือสรุปไม่ถูกต้อง	5 3 1 0

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 6.1 งานวิจัยในประเทศ

วันัญญา เริงดี (2555) ได้ศึกษาค้นคว้า เรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้วิธีการแบบเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด และเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด โดยมีประชากรวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี จำนวน 538 คน และกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 48 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อันเน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้วิธีการแบบเปิด แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ดัชนีความสอดคล้อง ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t – test Dependent) ผลการวิจัยพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมีความเหมาะสมมากที่สุด ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก่อนเรียนและ หลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

พัทธยากร บุสสยา (2559) ได้ศึกษาค้นคว้า เรื่อง ผลการจัดการจัดการเรียนรู้อันใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้อันใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้อันใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนวัดป่าประดู่ จังหวัดระยอง จำนวน 42 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที (t-test for one sample) ผลการวิจัยพบว่า

- 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Tougaw (1994, อ้างอิงใน ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล, 2557 หน้า 16) ศึกษาเจตคติและพฤติกรรมการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิด (Open approach) ในการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิดมีเจตคติทางบวกต่อการเรียนและไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศในพฤติกรรมการแก้ปัญหา

Becker & Shimada (1997, อ้างอิงใน ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล, 2557 หน้า 17) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนที่ใช้ปัญหาปลายเปิดเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด เป็นศูนย์กลางมีศักยภาพในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการหาคำตอบของปัญหาซึ่งต้องใช้ความรู้ที่มีมาก่อน ทักษะ และวิธีการคิดมาบูรณาการเข้าด้วยกัน Becker เชื่อว่าการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดจะช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และทำให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีปฏิบัติ ซึ่งอาจจะช่วยลดช่องว่างระหว่างการสอนจริงกับมุมมองของหลักสูตร

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบงานวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองหานวิทยา อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ทั้งหมด 14 ห้องเรียน จำนวน 460 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดผู้เรียนของแต่ละห้องแบบคละความสามารถ

##### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนหนองหานวิทยา อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

#### รูปแบบงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One – Group Pretest – Posttest Design) โดยผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, หน้า 249) โดยมีแผนภาพดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงแบบแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design

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

## สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E	แทน กลุ่มทดลอง
T <sub>1</sub>	แทน การสอบก่อนการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด
X	แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
T <sub>2</sub>	แทน การสอบหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

## เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จำนวน 4 แผน รวมใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 14 ชั่วโมง
2. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 4 ข้อ เวลา 1 ชั่วโมง

## การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
  1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
    - 1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

1.3 กำหนดขั้นตอนการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

ขั้นการจัดกิจกรรม	ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด
1. ขั้นนำเสนอปัญหา	เป็นขั้นที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน โดยเป็นปัญหาปลายเปิดชนิดกระบวนการเปิด คือ มีวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องหลายทาง โดยในขั้นนี้ครูจะต้องอธิบายปัญหานั้นให้นักเรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์และเงื่อนไขของปัญหานั้น ๆ เพราะนักเรียนบางคนอาจไม่เข้าใจปัญหาเนื่องจากเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่เคยพบเจอมาก่อน
2. ขั้นนักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง	เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ทำงานเป็นกลุ่ม แต่ละคนจะได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา ขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล แล้วเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเอง ร่วมกับเพื่อน ๆ เพื่ออภิปรายร่วมกันถึงวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละคน แล้วเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ทุกคนในกลุ่มเห็นว่ามีเหมาะสมที่สุดมา 1 วิธีในการนำเสนอ
3. ขั้นอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา	เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองในชั้นเรียน ส่วนนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ สามารถซักถามข้อสงสัย เสนอแนะเพิ่มเติม หรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการในการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสได้เรียนรู้แนวคิดของเพื่อน ๆ จะได้เป็นการขยายมุมมองของนักเรียนให้กว้างขึ้น
4. ขั้นสรุปเชื่อมโยงวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน	เป็นขั้นที่ครูหรือผู้เรียนควรเขียนแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มบนกระดานเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลายนั้น แล้วร่วมกันเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม ว่าการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร มีข้อดีหรือข้อควรปรับปรุงอย่างไร แล้วร่วมกันสรุปว่า การแก้ปัญหาหรือแนวคิดของกลุ่มใดมีความเหมาะสมกับปัญหาที่กำหนดให้ พร้อมกับอธิบายเหตุผลประกอบ ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 แนวคิด

1.4 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 2 (ม.1 – ม.3) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน จำนวน 14 ชั่วโมง ดังนี้

ตาราง 20 แสดงโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง
1	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน	4
2	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุ	3
3	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่	3
4	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทาง อัตราเร็ว และเวลา	4
รวม		14

ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.5.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.5.2 ตัวชี้วัด

1.5.3 สาระสำคัญ

1.5.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

- ด้านความรู้

- ด้านทักษะ/กระบวนการ

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.5.5 สาระการเรียนรู้

1.5.6 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

1.5.7 สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1.5.8 การวัดและประเมินผล



1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำส่วนที่บกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแต่ละองค์ประกอบ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1.7.1 ดร.อังคณา อ่อนธานี อาจารย์ประจำภาคหลักสูตรและการสอน ภาควิชา การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7.2 ดร.วรินทร์ สุภาพ อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ (คณิตศาสตร์) ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7.3 ว่าที่ร้อยตรีอนุเทพ เทพปั้น ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชาณุวิทยา ตำบลแสนตอ อำเภอขามเฒ่าศรีสุภะบุรี จังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41

โดยใช้แบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) ตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดความหมายของระดับความเหมาะสม ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

1.8 นำแบบประเมินความเหมาะสมที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาคำนวณคะแนนโดยใช้เกณฑ์การประเมินระดับความคิดเห็นจากแบบวัดที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แล้วหาค่าเฉลี่ยจากผลรวมของคะแนนทั้งหมด โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ควรมีคะแนนเฉลี่ย 3.51 คะแนน ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 102-103)

ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีความคิดเห็นว่า ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาพรวมมีความเหมาะสม อยู่ในระดับ มาก โดยมีค่า  $\bar{X} = 4.08$  และ  $S.D. = 0.59$

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาปรับปรุงในส่วนที่มีข้อบกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 ศึกษาการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยกำหนดแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบอัตนัย

2.3 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.4 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ

ตาราง 21 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้จริง
1. การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน	แก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงินได้และตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	2	1
2. การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุ	แก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุได้และตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	2	1
3. การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่	แก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ได้ และตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	2	1
4. การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทาง อัตราเร็ว และเวลา	แก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับระยะทาง อัตราเร็ว และเวลาได้ และตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	2	1
<b>รวม</b>		<b>8</b>	<b>4</b>

2.5 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยได้จากการสังเคราะห์จากแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เหมาะสมกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังตาราง 22

ตาราง 22 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอน	ข้อ	คำตอบของนักเรียน	คะแนน
ในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์	(คะแนน เต็ม)		
1. ขั้นทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหา	1.1 (2)	- ตอบได้ครบถ้วนทุกประเด็น	2
		- ตอบได้บางส่วน	1
		- ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ	0
	1.2 (2)	- ตอบได้ครบถ้วนทุกประเด็น	2
		- ตอบได้บางส่วน	1
		- ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ	0
2. ขั้นวางแผน แก้ปัญหา	2 (5)	- ใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นทำความเข้าใจปัญหา และมีการวางแผนการแก้ปัญหาที่สามารถ นำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง	5
		- ใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นทำความเข้าใจปัญหา แต่ไม่มีการวางแผนการแก้ปัญหา	3
		- ไม่ใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นทำความเข้าใจ ปัญหา แต่มีการวางแผนการแก้ปัญหา	1
		- ไม่ใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นทำความเข้าใจ ปัญหา และไม่มีการวางแผนขั้นตอนการ แก้ปัญหา	0
3. ขั้นลงมือแก้ปัญหา	3 (5)	- แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและสรุป คำตอบได้ถูกต้อง	5
		- แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาส่วนใหญ่ที่ นำไปสู่การหาคำตอบได้ แต่ไม่ได้สรุป คำตอบหรือตอบไม่ถูกต้อง	3
		- แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเล็กน้อยแต่ สรุปคำตอบได้ถูกต้อง	1

ตาราง 22 (ต่อ)

ขั้นตอน ในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์	ข้อ (คะแนน เต็ม)	คำตอบของนักเรียน	คะแนน
		- แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเล็กน้อย แต่ ไม่ได้สรุปคำตอบหรือตอบไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา แต่สรุป คำตอบได้ถูกต้อง - ไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา และไม่ได้ สรุปคำตอบหรือตอบไม่ถูกต้อง	0
4. ขั้นตรวจสอบ คำตอบ	4 (5)	- แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไขใน โจทย์ และสรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ ถูกต้อง	5
		- แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไขใน โจทย์ แต่ไม่สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหา หรือสรุปไม่ถูกต้อง	3
		- ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไข ในโจทย์ แต่สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ ถูกต้อง	1
		- แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไขใน โจทย์ไม่ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบของโจทย์ ปัญหาได้ถูกต้อง - แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไขใน โจทย์ไม่ถูกต้อง และไม่สรุปคำตอบของ โจทย์ปัญหาหรือสรุปไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไข ในโจทย์ และไม่สรุปคำตอบของโจทย์ ปัญหาหรือสรุปไม่ถูกต้อง	0

2.6 นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างเสร็จ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องระหว่างข้อสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.7 นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การประเมินความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่าความสอดคล้อง (IOC) และมีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่
- 1 หมายถึง ข้อสอบวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ทั้ง 8 ข้อ

2.8 นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 โรงเรียนหนองหานวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 34 คน แล้วนำผลการตรวจมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.8.1 หาค่าความยากของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทนีย์ และซาเบอร์ (D.R. Whitney and D.R. Sabers) พิจารณาเกณฑ์ในการเลือกที่มีค่าความยาก 0.20 – 0.80 พบว่า ได้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ ที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.45 – 0.58

2.8.2 หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทนีย์ และซาเบอร์ (D.R. Whitney and D.R. Sabers) พิจารณาเกณฑ์ในการเลือกที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป พบว่า ได้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.38 – 0.47

2.8.3 ผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบที่มีคุณภาพสูงสุดตามเกณฑ์จำนวน 4 ข้อ

2.8.4 นำคะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (a - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach method) โดยมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93

2.9 นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำการเลือกกลุ่มทดลอง จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองหานวิทยาคม อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี จากทั้งหมด 14 ห้อง มาจำนวน 1 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 34 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์และรายละเอียดเกี่ยวกับการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบ

3. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre - test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยใช้เวลาในการทดสอบทั้งหมด 1 ชั่วโมง แล้วบันทึกผลการสอบไว้เป็นคะแนนก่อนเรียน

4. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดจำนวน 12 ชั่วโมง

5. เมื่อสิ้นสุดการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้แล้วอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ จากนั้นทำการทดสอบหลังเรียน (Post - test) ด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยใช้เวลาในการทดสอบทั้งหมด 1 ชั่วโมง

6. นำผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด โดยใช้สถิติ t-test (Dependent Sample)

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) โดยใช้สูตรดังนี้ (ปกรณ ประจันบาน, 2552, หน้า 214)

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

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

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) โดยใช้สูตรดังนี้ (ปกรณ ประจันบาน 2552, หน้า 228)

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

เมื่อ S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
$(\sum x)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

### 2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความ สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 248-249; อ้างอิงจาก Rovinelli; & Hambleton. 1977)



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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้  
 $\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 การหาค่าความยากของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนำข้อสอบมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรของ D.R. Whitney and D.L. Sabers อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2539 หน้า 199 – 201) ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ค่าดัชนีความยาก  
 $S_H$  แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่มเก่ง  
 $S_L$  แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่มอ่อน  
 N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน  
 $(X_{\max})$  แทน คะแนนสูงสุด  
 $(X_{\min})$  แทน คะแนนต่ำสุด

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนำข้อสอบมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรของ D.R. Whitney and D.L. Sabers อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2539 หน้า 199 – 201) ดังนี้

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

เมื่อ D แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก  
 $S_U$  แทน ผลรวมของของคะแนนกลุ่มเก่ง

$S_L$	แทน	ผลรวมของของคะแนนกลุ่มเก่ง
$(X_{\max})$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
$(X_{\min})$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
$N$	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99) ดังนี้

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

เมื่อ

$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
$k$	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือ
$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ
$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานงานวิจัย

3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n D}{\sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n D^2 - \left( \sum_{i=1}^n D \right)^2}{n-1}}}; \text{ df} = N - 1$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าพิจารณาใน $t$ - Distribution
	$D$	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แต่ละคู่
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แต่ละคู่ยกกำลังสอง
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง



## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบวัด
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t – Distribution

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สามารถสรุปผลดังตาราง 23

ตาราง 23 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด โดยใช้การทดสอบค่า t (t-test dependent)

การทดสอบ	n	k	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	34	76	22.59	7.35	44.41*	0.0000
หลังเรียน	34	76	62.79	7.11		

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



## บทที่ 5

### บทสรุป

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

#### สรุปผลงานวิจัย

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### อภิปรายผล

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐาน ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งเป็นปัญหาที่มีวิธีการในการหาคำตอบได้หลากหลายวิธีการ นักเรียนแต่ละคนสามารถหาคำตอบได้ด้วยวิธีการของตนเองและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง แต่ละคนจะได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพทางคณิตศาสตร์อย่างเต็มที่ ทำให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหานั้น และให้โอกาสนักเรียนได้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเองมากขึ้น ได้ฝึกการวิเคราะห์ปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ได้ลงมือแก้ปัญหา และมีการตรวจสอบคำตอบผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบ

เปิด 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ชี้นำเสนอปัญหา ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้เจอกับโจทย์ปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีการ ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน ทำให้นักเรียนสนใจและมีความกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นนักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ในขั้นนี้นักเรียนจะอาศัยความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของตนเองในการแก้ปัญหา เรียนสามารถใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ผ่านทางกระบวนการทำงานกลุ่ม ซึ่งนักเรียนจะได้เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองร่วมกับเพื่อน ๆ ในกลุ่ม เพื่อวางแผนในการแก้ปัญหา อภิปรายร่วมกันถึงวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละคน ว่ามีกระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหายังไง และวิธีการนั้นสามารถนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องได้หรือไม่ เป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่ม ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้มีโอกาสได้เรียนรู้แนวคิดในการแก้ปัญหาของเพื่อน ๆ กลุ่มอื่น เป็นการขยายมุมมองของนักเรียนให้กว้างขึ้น และได้ตรวจสอบคำตอบร่วมกัน อภิปรายถึงวิธีในการแก้ปัญหาร่วมกัน ที่ทำให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดและวิธีการที่หลากหลายนั้น มาประมวล วิเคราะห์ สังเคราะห์ และไปพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Becker & Shimada (1997, อ้างอิงใน ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล, 2557 หน้า 90) ที่กล่าวถึงปัญหาปลายเปิดว่า เป็นวิธีการที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันวิธีหนึ่ง จากการที่นักเรียนแต่ละคนหาคำตอบที่เป็นของตนเองและนำมาอภิปรายร่วมกัน นักเรียนจึงสามารถเรียนรู้แนวคิดอื่น ๆ ได้จากเพื่อนร่วมชั้นได้ ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปเชื่อมโยงวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน ในขั้นนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาของทุกกลุ่มร่วมกันทั้งชั้นเรียน เปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มอื่น ๆ ถึงแนวคิดและข้อแตกต่างในวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม ว่าวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร มีข้อดีหรือข้อควรปรับปรุงอย่างไร พร้อมทั้งร่วมกันเสนอแนะ และแสดงความคิดเห็นร่วมกันว่าการแก้ปัญหาหรือแนวคิดของกลุ่มใดมีความเหมาะสมกับปัญหาที่กำหนดให้ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนรู้จากการอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียนนี้ไปพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของตนเองได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงส่งผลให้ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวณูชญา เจริญดี (2555) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดมาจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถทำให้พัฒนาการในด้านทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งงานัญญา เริงดี ได้อภิปรายผลการวิจัยว่า วิธีการแบบเปิดคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งเป็นปัญหาชนิดที่คำตอบหรือมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย การพิจารณาคำตอบของปัญหาปลายเปิด ไม่ใช่ตัดสินเฉพาะความถูกต้องของคำตอบหรือตัดสินโดยคนส่วนมากว่าถูกหรือผิด แต่จะมีการพิจารณาถึงเหตุผล ว่ามีความสมเหตุสมผลมากน้อยเพียงใด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการใช้ปัญหาปลายเปิดจึงเป็นกิจกรรมหนึ่ง ที่สามารถตอบสนองต่อความคิดที่หลากหลายของนักเรียนได้ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการใช้ปัญหาปลายเปิด สามารถจัดกิจกรรมที่เป็นการบูรณาการเนื้อหาหลาย ๆ เรื่องเข้าไว้ในกิจกรรมเดียวกันได้ ซึ่งเป็นการจัดสรรเนื้อหาโดยการเน้นกิจกรรมให้สอดคล้องกับเวลาที่มีอยู่ นอกจากนี้ สื่อการสอนที่ใช้จะเป็นลักษณะของการดึงเอากระบวนการคิดของนักเรียนออกมาทำให้สามารถศึกษากระบวนการคิดของนักเรียนแต่ละคนและส่งเสริม ให้มีการพัฒนาด้านการให้เหตุผลของนักเรียนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไปในการนำผลงานวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ครูผู้สอนจะต้องพยายามทำความเข้าใจในการสื่อสารของนักเรียนให้ได้มากที่สุด ไม่ว่าจะป็นภาษาพูดหรือภาษากาย เพราะเมื่อนักเรียนได้ทำการแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนจะมีคำศัพท์เฉพาะของตัวเองที่คนอื่นอาจจะไม่เข้าใจ หรือมีความเข้าใจในการแก้ปัญหาแต่ไม่สามารถอธิบายหรือเรียบเรียงคำพูดในการอธิบายให้คนอื่นเข้าใจได้ยาก ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องพยายามเข้าใจในการสื่อสารของนักเรียนให้ได้ แต่จะต้องไม่ไปแทรกแซงวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จะเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องพยายามที่จะไม่ไปสอนหรือบอกวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน จะต้องให้นักเรียนได้คิดหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเองเท่านั้น ครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้สังเกตและอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้



## 2. ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยครั้งต่อไป

ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนาความสามารถหรือทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ เช่น การให้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอ





## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2535). หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: คุรุสภา ลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ. (2545). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2539). ผลการประเมินความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: ร.ส.พ..
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญญาภรณ์ สีนินทิน. (2558). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม., มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.
- เจนสมุทร แสงพันธ์. (2550). การศึกษาการให้เหตุผลทางเรขาคณิต ในการแก้ปัญหา ปลายเปิด: เน้นการแก้ปัญหาในกลุ่มย่อย. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดวงเดือน อ่อนน้อม. (2533). การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ตติมา ทิพยจินดาชัยกุล. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Openapproach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

- นฤมล อินทร์ประสิทธิ์. (2551). การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study): นวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูและนักเรียน. วิทยานิพนธ์ ปร.ด., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปรกรณ์ ประจันบาน . (2552). สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัยและประเมิน (Advanced Statistics for Research and Evaluation). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ปัทมญา ปานใจ. (2559). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิค K-W-D-L เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- พัทธยากร บุสสุยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- พิศมัย ศรีอำไพ. (2534). วิธีสอนปัญหาแบบเป็นขั้นตอน. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ของญี่ปุ่น. *KKU Journal of Mathematics Education*. 2(5), 30-35.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2554). รายงานการสังเคราะห์การบริหารจัดการงานวิชาการในสถานศึกษาที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach). ขอนแก่น: คลังน่านาวิทยา.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วนัญชญา เชิงดี. (2555). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม., มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

- วัชรีย์ นูรณสิงห์. (2546). การสอนวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วิชัย พานิชย์สวอย. (2545). สอนอย่างไรให้เด็กเก่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วิชัย พานิชย์สวอย. (2546). สอนอย่างไรให้เด็กเก่งคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2555). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2535). คู่มือคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ: ศูนย์ฯ ลาดพร้าว
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุวรรณ กาญจนมยุร. (2545). การแก้โจทย์ปัญหา. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.
- สุวัฒน์ วิวัฒน์านนท์. (2554). ทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน. (พิมพ์ครั้งที่ 3). นนทบุรี : ซี.ซี. นอลลิติจิงคส์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Suydam , H. L. (1990). Untangling Clues From Research on Problem Solving. Problem Solving in School Mathematics. National Council of teacher of Mathematics. 34-60.



ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายงานผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 คน

ดร.อังคณา อ่อนธานี อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ดร.วรินทร์ สุภาพ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ว่าที่ร้อยตรีอนุเทพ เทพบัน ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนชาณุวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร

รายงานผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 คน

ดร.อังคณา อ่อนธานี อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ดร.วรินทร์ สุภาพ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ว่าที่ร้อยตรีอนุเทพ เทพบัน ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนชาณุวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง การ  
ประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รายวิชา ค22102	คณิตศาสตร์พื้นฐาน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2561
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว		เวลา 14 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน		เวลา 4 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้  
แก้ปัญหา

ตัวชี้วัด

ค 4.2 ม. 2/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวพร้อมทั้งตระหนักถึงความ  
สมเหตุสมผลของคำตอบ

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ  
ความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และ  
เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ค 6.1 ม.2/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย  
และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

2. สาระสำคัญ

การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวปัญหาเกี่ยวกับเงิน เป็นโจทย์ปัญหา  
เกี่ยวกับเงินที่เราจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา  
ระบุสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ สามารถวางแผนในการแก้ปัญหาและ  
แก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ได้ รวมทั้งตรวจสอบผลของการแก้โจทย์ปัญหาว่าคำตอบที่ได้มีความ  
ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่



### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 1. ด้านความรู้

- แก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงินได้
- ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยการตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงินได้

#### 2. ด้านทักษะและกระบวนการ

- สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงินได้

#### 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ใฝ่เรียนรู้

### 4. สาระการเรียนรู้

- การนำสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้แก้โจทย์ปัญหา

สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คือ สมการที่มีตัวแปรเพียงตัวเดียวเขียนอยู่ในรูป  $ax + b = 0$  เมื่อ  $ax + b$  เป็นพหุนามดีกรี 1 มี  $x$  เป็นตัวแปร  $a, b$  เป็นค่าคงที่ และ  $a \neq 0$

การแก้สมการ คือ การหาคำตอบของสมการซึ่งทำให้สมการนั้นเป็นจริง ซึ่งต้องใช้สมบัติการเท่ากัน ซึ่งได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติการถ่ายทอด สมบัติการบวก และสมบัติการคูณ

#### 1. สมบัติสมมาตร

ถ้า  $a = b$  แล้ว  $b = a$  เมื่อ  $a, b$  เป็นจำนวนจริงใด ๆ ตัวอย่างเช่น

$$1. 8x = 72 \quad \text{ดังนั้น} \quad 72 = 8x$$

$$2. x + y = z \quad \text{ดังนั้น} \quad z = x + y$$

#### 2. สมบัติการถ่ายทอด

ถ้า  $a = b$  และ  $b = c$  แล้ว  $a = c$  เมื่อ  $a, b$  และ  $c$  เป็นจำนวนจริงใด ๆ ตัวอย่างเช่น

$$1. \text{ ถ้า } 72 = 8x \text{ และ } 8x = 6a + 3 \text{ แล้ว } 72 = 6a + 3$$

$$2. \text{ ถ้า } x + y = z \text{ และ } z = 10 \text{ แล้ว } x + y = 10$$

#### 3. สมบัติการบวก

ถ้า  $a = b$  แล้ว  $a + c = b + c$  เมื่อ  $a, b$  และ  $c$  เป็นจำนวนจริงใด ๆ ตัวอย่างเช่น

$$1. \text{ ถ้า } a = 5 \text{ แล้ว } a + 1 = 5 + 1$$

$$2. \text{ ถ้า } n - 5 = m + 3 \text{ แล้ว } n - 5 - 3 = m + 3 - 3$$

#### 4. สมบัติการคูณ

ถ้า  $a = b$  แล้ว  $a \times c = b \times c$  เมื่อ  $c$  เป็นจำนวนจริง เมื่อ  $a, b$  และ  $c$  เป็นจำนวนจริงใด ๆ

ตัวอย่างเช่น

1. ถ้า  $m = 6$  แล้ว  $m \times 4 = 6 \times 4$

2.  $n + 8 = 4m$  แล้ว  $5(n + 8) = 5(4m)$

## 5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### ชั่วโมงที่ 1

1. ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 ข้อ โดยใช้ เวลา 60 นาที

### ชั่วโมงที่ 2

- ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อทบทวน ความรู้เดิม ดังนี้ (10 นาที)

สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คือ สมการที่มีตัวแปรเพียงตัวเดียวเขียนอยู่ในรูป  $ax + b = 0$  เมื่อ  $ax + b$  เป็นพหุนามดีกรี 1 มี  $x$  เป็นตัวแปร  $a, b$  เป็นค่าคงที่ และ  $a \neq 0$

การแก้สมการ คือ การหาคำตอบของสมการซึ่งทำให้สมการนั้นเป็นจริง ซึ่งต้องใช้สมบัติการ เท่ากัน ซึ่งได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติการถ่ายทอด สมบัติการบวก และสมบัติการคูณ

#### 1. สมบัติสมมาตร

ถ้า  $a = b$  แล้ว  $b = a$  เมื่อ  $a, b$  เป็นจำนวนจริงใด ๆ ตัวอย่างเช่น

1.  $8x = 72$  ดังนั้น  $72 = 8x$

2.  $x + y = z$  ดังนั้น  $z = x + y$

#### 2. สมบัติการถ่ายทอด

ถ้า  $a = b$  และ  $b = c$  แล้ว  $a = c$  เมื่อ  $a, b$  และ  $c$  เป็นจำนวนจริงใด ๆ ตัวอย่างเช่น

1. ถ้า  $72 = 8x$  และ  $8x = 6a + 3$  แล้ว  $72 = 6a + 3$

2. ถ้า  $x + y = z$  และ  $z = 10$  แล้ว  $x + y = 10$

#### 3. สมบัติการบวก

ถ้า  $a = b$  แล้ว  $a + c = b + c$  เมื่อ  $a, b$  และ  $c$  เป็นจำนวนจริงใด ๆ ตัวอย่างเช่น

1. ถ้า  $a = 5$  แล้ว  $a + 1 = 5 + 1$

2. ถ้า  $n - 5 = m + 3$  แล้ว  $n - 5 - 3 = m + 3 - 3$

## 4. สมบัติการคูณ

ถ้า  $a = b$  แล้ว  $a \times c = b \times c$  เมื่อ  $c$  เป็นจำนวนจริง เมื่อ  $a, b$  และ  $c$  เป็นจำนวนจริงใด ๆ

ตัวอย่างเช่น

1. ถ้า  $m = 6$  แล้ว  $m \times 4 = 6 \times 4$

2.  $n + 8 = 4m$  แล้ว  $5(n + 8) = 5(4m)$

- ครูยกตัวอย่างการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตัวอย่าง ให้นักเรียนแก้สมการ  $3x + 8 = 29$  พร้อมตรวจคำตอบ

วิธีทำ

$$3x + 8 = 29$$

$$3x + 8 - 8 = 29 - 8$$

$$3x = 21$$

$$\frac{3x}{3} = \frac{21}{3}$$

$$x = 7$$

ตรวจคำตอบ แทน  $x$  ด้วย 7 ในสมการ  $3x + 8 = 29$

จะได้

$$3x + 8 = 29$$

$$3(7) + 8 = 29$$

$$21 + 8 = 29$$

$$29 = 29$$

สมการเป็นจริง

ดังนั้น  $x = 7$

## 1. ชี้นำเสนอปัญหา (10 นาที)

1.1 ครูนำเสนอโจทย์ปัญหา "ไก่อมีเงิน 5,700 บาท โดยมีธนบัตรใบละห้าสิบบาทเป็นห้าเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท และมีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท ไก่อมีธนบัตรใบละยี่สิบบาท ธนบัตรใบละห้าสิบบาท และธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทอย่างละกี่ใบ" หลังจากนั้นถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดความรู้สึกกระตือรือร้นในการคิดวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถามคำถามเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาเพื่อให้ นักเรียนได้ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาไปพร้อม ๆ กัน ดังนี้

- ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา มีอะไรบ้าง
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร

1.2 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ กลุ่มละ 3 – 4 คน

1.3 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เงินของไก่ ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

1.4 ครูแจกสื่อการเรียนรู้ คือ ธนบัตร (ไม่สามารถใช้ชำระหนี้ตามกฎหมายได้) โดยเป็นธนบัตรใบละยี่สิบบาท ธนบัตรใบละห้าสิบบาท และธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทอย่างละ 60 ใบ

## 2. ชั้นนักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง (40 นาที)

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนั่งทำงานร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดและช่วยกันหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละคนจะได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา ขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล แล้วเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเอง ร่วมกับเพื่อน ๆ เพื่ออภิปรายร่วมกันถึงวิธีการแก้ปัญหของแต่ละคน แล้วเลือกวิธีการแก้ปัญหที่ทุกคนในกลุ่มเห็นว่ามีเหมาะสมที่สุดมา 1 วิธีเพื่อใช้การนำเสนอ แล้วแสดงวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 1 โดยครูจะทำหน้าที่สังเกตวิธีการแก้ปัญหของแต่ละกลุ่มเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการจัดลำดับการนำเสนอ และครูจะไม่เข้าไปแทรกแซงวิธีการแก้ปัญหของนักเรียน

## ชั่วโมงที่ 3 – 4

### 3. ชั้นอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา (80 นาที)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มจับกลุ่มอภิปรายและทบทวนการตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 อีกครั้ง และเตรียมการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหากลุ่มตนเองผ่านเครื่องฉาย Visualizer

3.3 ในระหว่างที่แต่ละกลุ่มนำเสนอ ครูผู้สอนจะทำหน้าที่จดบันทึกการแก้ปัญหของแต่ละกลุ่มลงบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนสามารถเห็นภาพรวมของวิธีการแก้ปัญหของแต่ละกลุ่มได้ดีขึ้น

3.4 หลังจากนำเสนอเสร็จเรียบร้อย นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ สามารถซักถามข้อสงสัย เสนอแนะเพิ่มเติม หรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการในการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสได้เรียนรู้แนวคิดของเพื่อน ๆ จะได้เป็นการขยายมุมมองของนักเรียนให้กว้างขึ้น

#### 4. ชั้นสรุปเชื่อมโยงวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน (40 นาที)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มอื่น ๆ ถึงแนวคิดและข้อแตกต่างของแต่ละกลุ่ม ว่าการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร มีข้อดีหรือข้อควรปรับปรุงอย่างไร พร้อมทั้งร่วมกันเสนอแนะและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

4.2 นักเรียนร่วมกันสรุปว่า การแก้ปัญหาหรือแนวคิดของกลุ่มใดมีความเหมาะสมกับปัญหาที่กำหนดให้ พร้อมกับอธิบายเหตุผลประกอบ ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 แนวคิด

#### 6. สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

6.1 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เงินของไก่

6.2 ธนบัตร (ไม่สามารถใช้ชำระหนี้ตามกฎหมายได้) โดยเป็นธนบัตรใบละสี่สิบบาท  
ธนบัตรใบละห้าสิบบาท และธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทอย่างละ 60 ใบ



## 7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ 1.1 แก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงินได้ 1.2 ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยการตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงินได้	-ตรวจใบกิจกรรมที่ 1	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1	คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75
2. ด้านทักษะและกระบวนการ 2.1 สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงินได้	- ตรวจสอบการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับเงินได้	แบบสังเกตพฤติกรรม	มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีขึ้น
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 3.1 ความมุ่งมั่นในการทำงาน	- สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีขึ้น

(ลงชื่อ).....ครูผู้สอน

(นางสาวสุพรรณ นามราช)

...../...../.....

## ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เงินของไก่

กลุ่มที่ .....

1. ชื่อ - สกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
2. ชื่อ - สกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
3. ชื่อ - สกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
4. ชื่อ - สกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจปัญหา แล้วแสดงวิธีในการแก้ปัญหาต่อไปนี้ พร้อมแสดงคำตอบและวิธีการตรวจสอบคำตอบ

“ไก่มีเงิน 5,700 บาท โดยมีธนบัตรใบละห้าสิบบาทเป็นห้าเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท และมีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท ไก่มีธนบัตรใบละยี่สิบบาท ธนบัตรใบละห้าสิบบาท และธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทอย่างละกี่ใบ”

1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

.....







## เฉลยใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เงินของไก่

“ไก่มีเงิน 5,700 บาท โดยมีธนบัตรใบละห้าสิบบาทเป็นห้าเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท และมีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท ไก่มีธนบัตรใบละยี่สิบบาทธนบัตรใบละห้าสิบบาท และธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทอย่างละกี่ใบ”

1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา

- ไก่มีเงิน 5,700 บาท
- ไก่มีจำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาทเป็นห้าเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท
- ไก่มีจำนวนธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท

1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร

- จำนวนธนบัตรใบละยี่สิบบาท
- จำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาท
- จำนวนธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาท

2. วางแผนแก้ปัญหาโดยเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวคิด/วิธีการ)

1. กำหนดตัวแปรและเขียนสมการ

สมมติให้ มีธนบัตรใบละยี่สิบบาทจำนวน  $x$  ใบ คิดเป็นเงิน  $x(20)$  บาท

- จำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาทมีเป็นห้าเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท จะได้ว่า มีธนบัตรใบละห้าสิบบาทจำนวน  $5x$  ใบ คิดเป็นเงิน  $5x(50)$  บาท
- จำนวนธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทมีเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท จะได้ว่า มีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทจำนวน  $3x$  ใบ คิดเป็นเงิน  $3x(100)$  บาท
- จำนวนเงินทั้งหมดของไก่คือ 5,700 บาท เขียนสมการได้ดังนี้

$$x(20) + 5x(50) + 3x(100) = 5,700$$

2. แก้สมการ

3. ตรวจสอบคำตอบ

3. เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง แล้วแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

สมมติให้ มีธนบัตรใบละยี่สิบบาทจำนวน  $x$  ใบ คิดเป็นเงิน  $x(20)$  บาท

- จำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาทมีเป็นห้าเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท  
จะได้ว่า มีธนบัตรใบละห้าสิบบาทจำนวน  $5x$  ใบ คิดเป็นเงิน  $5x(50)$  บาท
- จำนวนธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทมีเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท  
จะได้ว่า มีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทจำนวน  $3x$  ใบ คิดเป็นเงิน  $3x(100)$  บาท
- จำนวนเงินทั้งหมดของไก่อคือ 5,700 บาท เขียนสมการได้ดังนี้

$$x(20) + 5x(50) + 3x(100) = 5,700$$

$$20x + 250x + 300x = 5,700$$

$$570x = 5,700$$

$$x = 10$$

ดังนั้น ไก่มีธนบัตรใบละยี่สิบบาทจำนวน 10 ใบ

มีธนบัตรใบละห้าสิบบาทจำนวน  $5(10) = 50$  ใบ

มีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทจำนวน  $3(10) = 30$  ใบ

4. ตรวจสอบคำตอบ ว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่อย่างไร

ไก่มีธนบัตรใบละยี่สิบบาทจำนวน 10 ใบ คิดเป็นเงิน  $20 \times 10 = 200$  บาท

มีธนบัตรใบละห้าสิบบาทจำนวน 50 ใบ คิดเป็นเงิน  $50 \times 50 = 2,500$  บาท

มีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทจำนวน 30 ใบ คิดเป็นเงิน  $100 \times 30 = 3,000$  บาท

จะได้ผลรวมของเงินทั้งหมด คือ  $200 + 2,500 + 3,000 = 5,700$

และจากเงื่อนไขของโจทย์ คือ

- มีธนบัตรใบละห้าสิบบาทเป็นห้าเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท (50 เป็นห้าเท่าของ 10)

- มีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละยี่สิบบาท (30 เป็นสามเท่าของ 10)

สรุป คำตอบถูกต้องและสอดคล้องกับโจทย์ปัญหา

**\*\*หมายเหตุ** เอลยข้างต้นเป็นเพียงแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาเท่านั้น นักเรียนอาจจะมีวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไป ซึ่งให้ตรวจโดยยึดเกณฑ์ในการให้คะแนนสำหรับใบกิจกรรมเป็นหลัก

## เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เงินของไก่

ขั้นตอน ในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์	ข้อ (คะแนน เต็ม)	คำตอบของนักเรียน	คะแนน
1. ขั้นทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหา	1.1 (3)	- ตอบได้ครบถ้วนทุกประเด็น	3
		- ตอบได้บางส่วน	1
		- ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ	0
	1.2 (3)	- ตอบได้ครบถ้วนทุกประเด็น	3
		- ตอบได้บางส่วน	1
		- ตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ	0
2. ขั้นวางแผน แก้ปัญหา	2 (5)	- ใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นทำความเข้าใจปัญหา และมีการวางแผนการแก้ปัญหาที่สามารถ นำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง	5
		- ใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นทำความเข้าใจปัญหา แต่ไม่มีการวางแผนการแก้ปัญหา	3
		- ไม่ใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นทำความเข้าใจ ปัญหา แต่มีการวางแผนการแก้ปัญหา	2
		- ไม่ใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นทำความเข้าใจ ปัญหา และไม่มีการวางแผนขั้นตอนการ แก้ปัญหา	0
3. ขั้นลงมือแก้ปัญหา	3 (5)	- แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ ได้ถูกต้อง	5
		- แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาส่วนใหญ่ที่ นำไปสู่การหาค่าของคำตอบได้ แต่ไม่ได้ ตอบหรือตอบไม่ถูกต้อง	3
		- แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเล็กน้อยแต่ ระบุคำตอบได้ถูกต้อง	1

ขั้นตอน ในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์	ข้อ (คะแนน เต็ม)	คำตอบของนักเรียน	คะแนน
		- แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเล็กน้อย แต่ ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ หรือไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา แต่หา คำตอบได้ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา และตอบ ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	0
4. ขั้นตรวจสอบ คำตอบ	4 (5)	- แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไขใน โจทย์ และสรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ ถูกต้อง	5
		- แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไขใน โจทย์ แต่ไม่สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหา หรือสรุปไม่ถูกต้อง	3
		- สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไขใน โจทย์ หรือแสดงการตรวจสอบคำตอบกับเงื่อนไข ในโจทย์ไม่ถูกต้อง	1
		- ไม่แสดงการคำตอบหรือแสดงการ ตรวจสอบคำตอบอย่างไม่ถูกต้อง ไม่สรุป คำตอบของโจทย์ปัญหาหรือสรุปไม่ถูกต้อง	0

แบบสังเกตพฤติกรรมความมุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง เงินของไก่

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินสังเกตพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของนักเรียนแต่ละคนและเขียนเครื่องหมาย ✓  
ลงในช่องระดับคุณภาพตามเกณฑ์ ดังนี้

- 4 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ  
3 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมค่อนข้างบ่อย  
2 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมค่อนข้างน้อย  
1 หมายถึง นักเรียนไม่แสดงพฤติกรรมเลย

เลขที่	สนใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ				การตอบคำถามในชั้นเรียน				มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการทำงานกลุ่ม				ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม				รวม	ระดับคุณภาพ
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
:																		
42																		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

## เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมความมุ่งมั่นในการทำงาน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13 – 16	ดีมาก
9 – 12	ดี
5 – 8	พอใช้
0 – 4	ปรับปรุง



ภาคผนวก ค แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้  
วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง  
คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด  
ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

### คำชี้แจง

โปรดพิจารณาของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อ  
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปร  
เดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความเหมาะสมตามที่กำหนดหรือไม่ โดยเขียน  
เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง "ระดับความเหมาะสม" ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยได้กำหนด  
ระดับความเหมาะสมไว้ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. ด้านมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด					
1) มีความถูกต้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐานพุทธศักราช 2551					
2) ตัวชี้วัดครบถ้วนตามตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551					



<b>2. ด้านสาระสำคัญ</b>					
1) มีสาระสำคัญ ครอบคลุมเนื้อหาในการสอน					
2) มีความชัดเจน					
<b>3. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้</b>					
1) สอดคล้องกับตัวชี้วัด					
2) ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และ เจตคติ					
<b>4. ด้านสาระการเรียนรู้</b>					
1) มีความถูกต้อง					
2) มีความชัดเจน					
<b>5. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>					
1) สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด					
2) สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3) สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
4) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจนและ น่าสนใจ					
5) กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของวิธีการแบบ เปิด					
6) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมใน การทำกิจกรรม					
7) กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการ แก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์					
<b>6. ด้านสื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้</b>					
1) สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2) เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้					
<b>7. ด้านการวัดและประเมินผล</b>					
1) สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2) มีเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่ชัดเจน					
3) สามารถวัดและประเมินผลได้จริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

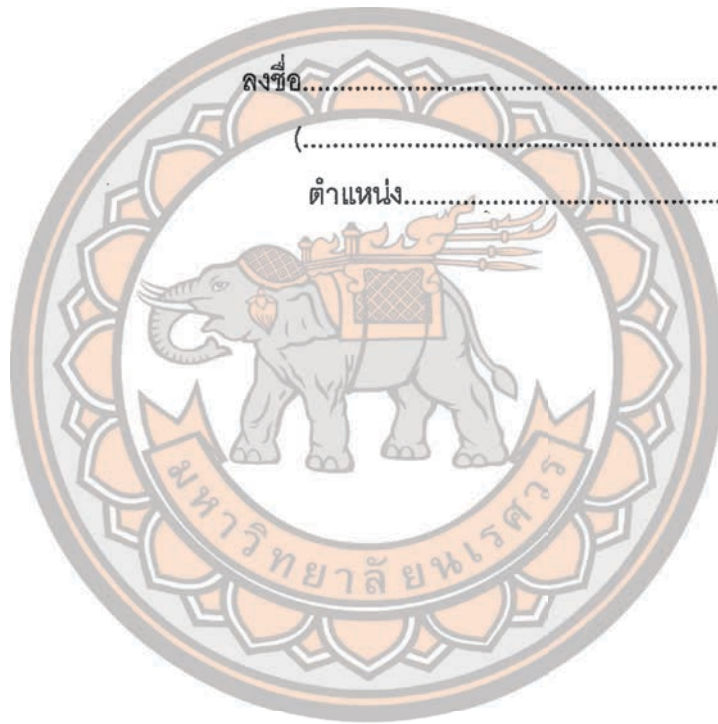
.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

ตาราง 24 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ			$\bar{X}$	S.D.	
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
<b>1. ด้านมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด</b>						
1) มีความถูกต้องตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2) ตัวชี้วัดครบถ้วนตามตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551	4	4	5	4.33	0.58	มาก
รวมเฉลี่ย				4.5	0.58	มาก
<b>2. ด้านสาระสำคัญ</b>						
1) มีสาระสำคัญ ครอบคลุมเนื้อหาในการสอน	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2) มีความชัดเจน	4	4	4	4.00	0	มาก
รวมเฉลี่ย				4.17	0.29	มาก
<b>3. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
1) สอดคล้องกับตัวชี้วัด	3	4	5	4.00	1.00	มาก
2) ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และเจตคติ	3	4	4	3.67	0.58	มาก
รวมเฉลี่ย				3.84	0.79	มาก
<b>4. ด้านสาระการเรียนรู้</b>						
1) มีความถูกต้อง	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2) มีความชัดเจน	4	4	5	4.33	0.58	มาก
รวมเฉลี่ย				4.33	0.58	มาก

ตาราง 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความ คิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ผลการประเมิน		ระดับความ เหมาะสม
	คน ที่ 1	คน ที่ 2	คน ที่ 3	$\bar{X}$	S.D.	
<b>5. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>						
1) สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัด	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2) สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
3) สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
4) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มี ความชัดเจนและน่าสนใจ	3	3	4	3.67	1.15	มาก
5) กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน ของวิธีการแบบเปิด	3	4	5	4.00	1.00	มาก
6) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7) กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนเกิด ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	4	4	4	4.00	0.00	มาก
<b>รวมเฉลี่ย</b>				<b>4.10</b>	<b>0.56</b>	<b>มาก</b>
<b>6. ด้านสื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้</b>						
1) สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3	3	5	3.67	1.15	มาก
2) เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	3	3	5	3.67	1.15	มาก
<b>รวมเฉลี่ย</b>				<b>3.67</b>	<b>1.15</b>	<b>มาก</b>

ตาราง 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความ คิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ผลการประเมิน		ระดับความ เหมาะสม
	คน	คน	คน	$\bar{X}$	S.D.	
	ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3			
<b>7. ด้านการวัดและประเมินผล</b>						
1) สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2) มีเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่ ชัดเจน	3	4	3	3.67	0.58	มาก
3) สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	4	4	4	4.00	0.00	มาก
รวมเฉลี่ย				4	0.39	มาก
รวมเฉลี่ยทั้ง 7 ด้าน				4.08	0.59	มาก

จากตาราง 24 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ผลปรากฏว่าในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ใน ระดับมาก

ภาคผนวก ง แบบการพิจารณาคำดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบประเมินคำดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง ขอความอนุเคราะห์ท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ โปรดพิจารณาแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนการพิจารณาความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- + 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
ค 4.2 ม. 2/1 แก้โจทย์ ปัญหา เกี่ยวกับ สมการ เชิงเส้นตัว แปรเดียว พร้อมทั้ง ตระหนัก	1. แก้โจทย์ ปัญหา สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียว เกี่ยวกับเงิน ได้	1. การ นำไปใช้	1. ใกล้เคียงสมมติฐานบัตรใบละยี่สิบบาท ห้าสิบบาท และหนึ่งร้อยบาทไว้ในแต่ละปี เมื่อถึงสิ้นปี ไก่ก็ได้เงินและพบว่า มีจำนวนธนบัตรใบละยี่สิบบาทเป็นสามเท่าของจำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาท และมีจำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาทเป็นสองเท่าของธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาท ถ้าไก่อ้นเงินได้ทั้งหมด 25,600 บาท ไก่มีธนบัตรใบละยี่สิบบาท ธนบัตรใบละห้าสิบบาท และธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทอย่างละกี่ใบ			

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
ถึงความ สมเหตุสม ผลของ คำตอบ	2. ตระหนัก ถึงความ สมเหตุสมผล ของคำตอบ โดยการ ตรวจสอบ คำตอบของ การแก้ปัญหา สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียวเกี่ยวกับ เงินได้		<p><b>เฉลย</b></p> <p>1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่าน และทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p> <p>1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม้มีเงินเก็บ 25,600 บาท</li> <li>- ไม้มีจำนวนธนบัตรใบละยี่สิบบาทเป็นสามเท่าของ จำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาท</li> <li>- ไม้มีจำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาทเป็นสองเท่าของ ธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาท</li> </ul> <p>1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- จำนวนธนบัตรใบละยี่สิบบาท</li> <li>- จำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาท</li> <li>- จำนวนธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาท</li> </ul> <p>2. วางแผนแก้ปัญหาโดยเขียนอธิบายถึงแนวทาง หรือวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>(ตอบได้มากกว่า 1 แนวคิด/วิธีการ)</p> <p>1. กำหนดตัวแปรและเขียนสมการ สมมติให้ ไม้มีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทจำนวน <math>x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>100x</math> บาท</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ไม้มีจำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาทเป็นสองเท่า ของธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาท</li> </ul> <p>จะได้ว่า มีธนบัตรใบละห้าสิบบาทจำนวน <math>2x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>50(2x)</math> บาท</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ มีจำนวนธนบัตรใบละยี่สิบบาทเป็นสามเท่าของ จำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาท</li> </ul> <p>จะได้ว่า มีธนบัตรใบละยี่สิบบาทจำนวน <math>3(2x) = 6x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>20(6x)</math> บาท</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ มีจำนวนเงินสะสมทั้งหมดของไม้คือ 25,600 บาท เขียนสมการได้ดังนี้</li> </ul> $100x + 50(2x) + 20(6x) = 25,600$ <p>2. แก้สมการ</p>			

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
			<p>3. ตรวจสอบคำตอบ</p> <p>3. เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง แล้วแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด</p> <p>สมมติให้ ไก่มีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทจำนวน <math>x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>100x</math> บาท</p> <p>➢ ไก่มีจำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาทเป็นสองเท่าของธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาท</p> <p>จะได้ว่า มีธนบัตรใบละห้าสิบบาทจำนวน <math>2x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>50(2x)</math> บาท</p> <p>➢ มีจำนวนธนบัตรใบละยี่สิบบาทเป็นสามเท่าของจำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาท</p> <p>จะได้ว่า มีธนบัตรใบละยี่สิบบาทจำนวน <math>3(2x) = 6x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>20(6x)</math> บาท</p> <p>➢ มีจำนวนเงินสะสมทั้งหมดของไก่คือ 25,600 บาท เขียนสมการได้ดังนี้</p> $100x + 50(2x) + 20(6x) = 25,600$ $100x + 100x + 120x = 25,600$ $320x = 25,600$ $\frac{320x}{320} = \frac{25,600}{320}$ $x = 80$ <p>ดังนั้น ไก่มีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทจำนวน 80 ใบ</p> <p>ไก่มีธนบัตรใบละห้าสิบบาทจำนวน <math>2(80) = 160</math> ใบ</p> <p>ไก่มีธนบัตรใบละยี่สิบบาทจำนวน <math>6(80) = 480</math> ใบ</p> <p>4. ตรวจสอบคำตอบ ว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร</p> <p>ไก่มีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทจำนวน 80 ใบ</p> <p>คิดเป็นเงิน <math>100 \times 80 = 8,000</math> บาท</p> <p>มีธนบัตรใบละห้าสิบบาทจำนวน 160 ใบ</p> <p>คิดเป็นเงิน <math>50 \times 160 = 8,000</math> บาท</p> <p>มีธนบัตรใบละยี่สิบบาทจำนวน 480 ใบ</p>			



ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
			<p>คิดเป็นเงิน <math>20 \times 480 = 9,600</math> บาท</p> <p>จะได้ผลรวมของเงินทั้งหมด คือ</p> <p><math>8,000 + 8,000 + 9,600 = 25,600</math> บาท</p> <p>และจากเงื่อนไขของโจทย์ คือ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีจำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาทเป็นสองเท่าของธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาท (160 เป็นห้าเท่าของ 80)</li> <li>- มีจำนวนธนบัตรใบละยี่สิบบาทเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละห้าสิบบาท (480 เป็นสามเท่าของ 160)</li> </ul> <p>สรุป คำตอบถูกต้องและสอดคล้องกับโจทย์ปัญหา</p>			
<p>ค 4.2</p> <p>ม. 2/1</p> <p>แก้โจทย์ ปัญหา เกี่ยวกับ สมการ เชิงเส้นตัว แปรเดียว พร้อมทั้ง ตระหนัก ถึงความ ถึงความ สมเหตุสม ผลของ คำตอบ</p>	<p>1. แก้โจทย์ ปัญหา สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียว เกี่ยวกับเงิน ได้</p> <p>2. ตระหนัก ถึงความ สมเหตุสมผล ของคำตอบ โดยการ ตรวจสอบ คำตอบของ การแก้ปัญห สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียวเกี่ยวกับ เงินได้</p>	<p>1. การ นำไปใช้</p>	<p>2. ธนาคารแห่งหนึ่งมีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทพบว่าจำนวนเป็นสองเท่าของธนบัตรใบละห้าสิบบาท ธนบัตรใบละห้าร้อยบาทมีจำนวนเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทและธนบัตรใบละหนึ่งพันบาทมีจำนวนเป็นสี่เท่าของธนบัตรใบละห้าร้อยบาท ถ้าธนาคารนับเงินได้ทั้งหมด 654,000 บาท อยากทราบว่า มีธนบัตรใบละห้าสิบบาท ใบละหนึ่งร้อยบาท ใบละห้าร้อยบาท และใบละหนึ่งพันบาท อย่างละกี่ใบ</p> <p><u>เฉลย</u></p> <p>1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p> <p>1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ธนาคารนับเงินได้ทั้งหมด 654,000 บาท</li> <li>- ธนาคารมีจำนวนธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทเป็นสองเท่าของธนบัตรใบละห้าสิบบาท</li> <li>- ธนาคารมีจำนวนธนบัตรใบละห้าร้อยบาทเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาท</li> <li>- ธนาคารมีจำนวนธนบัตรใบละหนึ่งพันบาทเป็นสี่เท่าของธนบัตรใบละห้าร้อยบาท</li> </ul>			

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1.	0	- 1
			<p>1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- จำนวนธนบัตรใบละห้าสิบบาท</li> <li>- จำนวนธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาท</li> <li>- จำนวนธนบัตรใบละห้าร้อยบาท</li> <li>- จำนวนธนบัตรใบละหนึ่งพันบาท</li> </ul> <p>2. วางแผนแก้ปัญหาโดยเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวคิด/วิธีการ)</p> <p>1. กำหนดตัวแปรและเขียนสมการ สมมติให้ ธนาคารมีธนบัตรใบละห้าสิบบาทจำนวน <math>x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>50x</math> บาท</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ธนาคารมีจำนวนธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทเป็นสองเท่าของธนบัตรใบละห้าสิบบาท จะได้ว่า มีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทจำนวน <math>2x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>100(2x)</math> บาท</li> <li>➤ ธนาคารมีจำนวนธนบัตรใบละห้าร้อยบาทเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาท จะได้ว่า มีธนบัตรใบละห้าร้อยบาทจำนวน <math>3(2x) = 6x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>500(6x)</math> บาท</li> <li>➤ ธนาคารมีจำนวนธนบัตรใบละหนึ่งพันบาทเป็นสี่เท่าของธนบัตรใบละห้าร้อยบาท จะได้ว่า มีธนบัตรใบละหนึ่งพันบาท จำนวน <math>4(3(2x)) = 24x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>1,000(24x)</math> บาท</li> </ul> <p>ยอดเงินที่ธนาคารนับได้ทั้งหมด คือ 654,000 บาท สามารถเขียนสมการได้ดังนี้</p> $50x + 100(2x) + 500(6x) + 1,000(24x) = 654,000$ <p>2. แก้สมการ</p> <p>3. ตรวจสอบคำตอบ</p>			

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
			<p>3. เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง แล้วแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด</p> <p>สมมติให้ ธนาคารมีธนบัตรใบละห้าสิบบาทจำนวน <math>x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>50x</math> บาท</p> <p>➢ ธนาคารมีจำนวนธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทเป็นสองเท่าของธนบัตรใบละห้าสิบบาท จะได้ว่า มีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทจำนวน <math>2x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>100(2x)</math> บาท</p> <p>➢ ธนาคารมีจำนวนธนบัตรใบละห้าร้อยบาทเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาท จะได้ว่า มีธนบัตรใบละห้าร้อยบาทจำนวน <math>3(2x) = 6x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>500(6x)</math> บาท</p> <p>➢ ธนาคารมีจำนวนธนบัตรใบละหนึ่งพันบาทเป็นสี่เท่าของธนบัตรใบละห้าร้อยบาท จะได้ว่า มีธนบัตรใบละหนึ่งพันบาท จำนวน <math>4(3(2x)) = 24x</math> ใบ คิดเป็นเงิน <math>1,000(24x)</math> บาท</p> <p>ยอดเงินที่ธนาคารนับได้ทั้งหมด คือ 654,000 บาท สามารถเขียนสมการได้ดังนี้</p> $50x + 100(2x) + 500(6x) + 1,000(24x) = 654,000$ $50x + 200x + 3,000x + 24,000x = 654,000$ $27,250x = 654,000$ $\frac{27,250x}{27,250} = \frac{654,000}{27,250}$ $x = 24$ <p>ดังนั้น ธนาคารมีธนบัตรใบละห้าสิบบาทจำนวน 24 ใบ มีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทจำนวน <math>2(24) = 48</math> ใบ มีธนบัตรใบละห้าร้อยบาทจำนวน <math>6(24) = 144</math> ใบ มีธนบัตรใบละหนึ่งพันบาทจำนวน <math>24(24) = 576</math> ใบ</p>			

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
			<p>4. ตรวจสอบคำตอบ ว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ธนาคารมีธนบัตรใบละห้าสิบบาทจำนวน 24 ใบ คิดเป็นเงิน <math>50 \times 24 = 1,200</math> บาท</li> <li>- มีธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทจำนวน 48 ใบ คิดเป็นเงิน <math>100 \times 48 = 4,800</math> บาท</li> <li>- มีธนบัตรใบละห้าร้อยบาทจำนวน 144 ใบ คิดเป็นเงิน <math>500 \times 144 = 72,000</math> บาท</li> <li>- มีธนบัตรใบละหนึ่งพันบาทจำนวน 576 ใบ คิดเป็นเงิน <math>1,000 \times 576 = 576,000</math> บาท</li> </ul> <p>จะได้ผลรวมของเงินทั้งหมด คือ <math>1,200 + 4,800 + 72,000 + 576,000 = 654,000</math> บาท</p> <p>และจากเงื่อนไขของโจทย์ คือ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีจำนวนธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทเป็นสองเท่าของธนบัตรใบละห้าสิบบาท (48 เป็นสองเท่าของ 24)</li> <li>- มีจำนวนธนบัตรใบละห้าร้อยบาทเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาท (144 เป็นสามเท่าของ 48)</li> <li>- มีจำนวนธนบัตรใบละหนึ่งพันบาทเป็นสี่เท่าของธนบัตรใบละห้าร้อยบาท (576 เป็นสามเท่าของ 144)</li> </ul> <p>สรุป คำตอบถูกต้องและสอดคล้องกับโจทย์ปัญหา</p>			
ค 4.2 ม. 2/1 แก้โจทย์ ปัญหา เกี่ยวกับ สมการ เชิงเส้นตัว แปรเดียว พร้อมทั้ง ตระหนัก ถึงความ สมเหตุสม	1. แก้โจทย์ ปัญหา สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียว เกี่ยวกับ อายุได้ 2. ตระหนัก ถึงความ สมเหตุสมผล ของคำตอบ โดยการ	1. การ นำไปใช้	<p>3. ปัจจุบันฟ้าใสมีอายุเป็นสี่เท่าของมะนาว อีก 4 ปีข้างหน้า ฟ้าใสจะมีอายุเป็นสองเท่าของมะนาว ปัจจุบันแต่ละคนมีอายุเท่าไร</p> <p><b>เฉลย</b></p> <p>1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p> <p>1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปัจจุบันฟ้าใสมีอายุเป็นสี่เท่าของมะนาว</li> <li>- อีก 4 ปีข้างหน้า ฟ้าใสจะมีอายุเป็นสองเท่าของมะนาว</li> </ul>			

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา											
				+ 1	0	- 1									
ผลของคำตอบ	ตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุได้		<p>1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร</p> <p>- อายุปัจจุบันของฟ้าใส</p> <p>- อายุปัจจุบันของมะนาว</p> <p>2. วางแผนแก้ปัญหาโดยเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวคิด/วิธีการ)</p> <p>1. กำหนดตัวแปรและเขียนสมการสมมติให้อายุปัจจุบันของมะนาว คือ <math>x</math> ปี</p> <table border="1" data-bbox="699 864 1193 1070"> <thead> <tr> <th>ข้อมูล</th> <th>อายุปัจจุบัน</th> <th>อายุอีก 4 ปีข้างหน้า</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>มะนาว</td> <td><math>x</math></td> <td><math>x + 4</math></td> </tr> <tr> <td>ฟ้าใส</td> <td><math>4x</math></td> <td><math>4x + 4</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>อีก 4 ปีข้างหน้า ฟ้าใสจะมีอายุเป็นสองเท่าของมะนาว ดังนั้น <math>4x + 4 = 2(x + 4)</math></p> <p>2. แก้สมการ</p> <p>3. ตรวจสอบคำตอบ</p> <p>3. เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง แล้วแสดงวิธีการแก้ปัญหาลงอย่างละเอียด</p> <p>สมมติให้อายุปัจจุบันของมะนาว คือ <math>x</math> ปี          จะได้ว่า อายุปัจจุบันของฟ้าใส คือ <math>4x</math> ปี          จากข้อความ "อีก 4 ปีข้างหน้า ฟ้าใสจะมีอายุเป็นสองเท่าของมะนาว"          สามารถเขียนสมการได้ดังนี้</p> $4x + 4 = 2(x + 4)$ $4x + 4 = 2x + 8$ $4x - 2x = 8 - 4$ $2x = 4$ $\frac{2x}{2} = \frac{4}{2}$ $x = 2$	ข้อมูล	อายุปัจจุบัน	อายุอีก 4 ปีข้างหน้า	มะนาว	$x$	$x + 4$	ฟ้าใส	$4x$	$4x + 4$			
ข้อมูล	อายุปัจจุบัน	อายุอีก 4 ปีข้างหน้า													
มะนาว	$x$	$x + 4$													
ฟ้าใส	$4x$	$4x + 4$													

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
			<p>นั่นคือ ปัจจุบันมะนาวมีอายุ 2 ปี และฟ้าใสมีอายุ <math>4(2) = 8</math> ปี ตอบ ปัจจุบันมะนาวมีอายุ 2 ปี และฟ้าใสมีอายุ 8 ปี</p> <p>4. ตรวจสอบคำตอบ ว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไรจากการแก้ปัญหาคำตอบที่ได้คือ ปัจจุบันมะนาวมีอายุ 2 ปี และฟ้าใสมีอายุ 8 ปี ซึ่งสอดคล้องกับโจทย์ปัญหาที่ว่า ปัจจุบันฟ้าใสมีอายุเป็นสี่เท่าของมะนาว และอีก 4 ปีข้างหน้า มะนาวจะมีอายุ <math>2 + 4 = 6</math> ปี และฟ้าใสมีอายุ <math>8 + 4 = 12</math> ปี ซึ่งสอดคล้องกับโจทย์ปัญหาที่ว่า อีก 4 ปีข้างหน้า ฟ้าใสมีอายุเป็นสองเท่าของมะนาว</p>			
ค 4.2 ม. 2/1 แก้โจทย์ ปัญหา เกี่ยวกับ สมการ เชิงเส้นตัว แปรเดียว พร้อมทั้ง ตระหนัก ถึงความ สมเหตุสม ผลของ คำตอบ	1. แก้โจทย์ ปัญหา สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียว เกี่ยวกับ อายุได้ 2. ตระหนัก ถึงความ สมเหตุสมผล ของคำตอบ โดยการ ตรวจสอบ คำตอบของ การแก้ปัญห สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียวเกี่ยวกับ อายุได้	1. การ นำไปใช้	4. ปัจจุบันวียะดามีอายุเป็นสามเท่าของดารา สองปีที่ผ่านมา วียะดามีอายุเป็นห้าเท่าของดารา อายุปัจจุบันของคนทั้งสองเป็นเท่าไร  <b>เฉลย</b> 1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ 1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา - ปัจจุบันวียะดามีอายุเป็นสามเท่าของดารา - สองปีที่แล้ว วียะดามีอายุเป็นห้าเท่าของดารา 1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร - อายุปัจจุบันของวียะดา - อายุปัจจุบันของดารา  2. วางแผนแก้ปัญหาโดยเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวคิด/วิธีการ) 1. กำหนดตัวแปรและเขียนสมการสมมติให้อายุปัจจุบันของดารา คือ $x$ ปี			

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา											
				+ 1	0	- 1									
			<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ข้อมูล</th> <th>อายุปัจจุบัน</th> <th>อายุเมื่อ 2 ปีที่แล้ว</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ดารา</td> <td>x</td> <td>x - 2</td> </tr> <tr> <td>วิยะดา</td> <td>3x</td> <td>3x - 2</td> </tr> </tbody> </table> <p>สองปีที่ผ่านมา วิยะดามีอายุเป็นห้าเท่าของดาราดังนั้น <math>3x - 2 = 5(x - 2)</math></p> <p>2. แก้อสมการ</p> <p>3. ตรวจสอบคำตอบ</p> <p>3. เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง แล้วแสดงวิธีการแก้ปัญหอย่างละเอียด</p> <p>สมมติให้อายุปัจจุบันของดารา คือ x ปี จะได้ว่า ปัจจุบันวิยะดาอายุ 3x ปี</p> <p>จากข้อความ "สองปีที่ผ่านมา วิยะดามีอายุเป็นห้าเท่าของดารา"</p> <p>สามารถเขียนสมการได้ดังนี้</p> $3x - 2 = 5(x - 2)$ $3x - 2 = 5x - 10$ $3x - 2 - 3x = 5x - 10 - 3x$ $-2 = 2x - 10$ $-2 + 10 = 2x - 10 + 10$ $8 = 2x$ $\frac{8}{2} = \frac{2x}{2}$ $4 = x$ $x = 4$ <p>นั่นคือ ปัจจุบันดารามีอายุ 4 ปี และวิยะดามีอายุเป็นสามเท่าของดารา คือ <math>3(4) = 12</math> ปี ดังนั้น ปัจจุบันดารามีอายุ 4 ปี และวิยะดามีอายุ 12 ปี</p>	ข้อมูล	อายุปัจจุบัน	อายุเมื่อ 2 ปีที่แล้ว	ดารา	x	x - 2	วิยะดา	3x	3x - 2			
ข้อมูล	อายุปัจจุบัน	อายุเมื่อ 2 ปีที่แล้ว													
ดารา	x	x - 2													
วิยะดา	3x	3x - 2													

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
			<p>4. ตรวจสอบคำตอบ ว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไรก็ตามจากการแก้ปัญหา คำตอบที่ได้คือ ปัจจุบันดารามีอายุ 4 ปี และวิยะดามีอายุ 12 ปี ซึ่งสอดคล้องกับโจทย์ปัญหาที่ว่า ปัจจุบันวิยะดามีอายุเป็นสามเท่าของดารา และสองปีที่แล้ว ดารามีอายุ <math>4 - 2 = 2</math> ปี และวิยะดามีอายุ <math>12 - 2 = 10</math> ปี ซึ่งสอดคล้องกับโจทย์ปัญหาที่ว่า สองปีที่ผ่านมา วิยะดามีอายุเป็นห้าเท่าของดาราดังนั้น ปัจจุบันดารามีอายุ 4 ปี และวิยะดามีอายุ 12 ปี จึงเป็นคำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับโจทย์ปัญหา</p>			
<p>ค 4.2 ม. 2/1 แก้โจทย์ ปัญหา เกี่ยวกับ สมการ เชิงเส้นตัว แปรเดียว พร้อมทั้ง ตระหนัก ถึงความ สมเหตุสม ผลของ คำตอบ</p>	<p>1. แก้โจทย์ ปัญหา สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียว เกี่ยวกับ ความยาว และพื้นที่ได้</p> <p>2. ตระหนัก ถึงความสม เหตุสม ผลของ คำตอบ โดยการ ตรวจสอบ คำตอบของ การ แก้ปัญหา สมการเชิง เส้นตัวแปร</p>	<p>1. การ นำไปใช้</p>	<p>5. สนามหมู่บ้านของดาวเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งมีความยาวของด้านยาวยาวกว่าด้านกว้างอยู่ 5 เมตร และมีความยาวรอบสนามหญ้า 22 เมตร สนามหญ้านำบ้านของดาวมีพื้นที่เท่าไร</p> <p><b>เฉลย</b></p> <p>1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p> <p>1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สนามหญ้านำบ้านของดาวเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า</li> <li>- ด้านยาว ยาวกว่าด้านกว้างอยู่ 5 เมตร</li> <li>- ความยาวรอบสนามหญ้า 22 เมตร</li> </ul> <p>1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- พื้นที่ของสนามหญ้านำบ้านของดาว</li> </ul> <p>2. วางแผนแก้ปัญหาโดยเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวคิด/วิธีการ)</p> <p>1. กำหนดตัวแปรและเขียนสมการสมมติให้ ด้านกว้างของสนามหญ้ายาว <math>x</math> เมตร จะได้ ด้านยาวยาว <math>x + 5</math> เมตร</p>			



ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ ต้องการวัด	ข้อสอบ			ผลการพิจารณา											
						+ 1	0	- 1									
	เดียว เกี่ยวกับ ความยาว และพื้นที่ได้		<table border="1"> <tr> <td>ด้านของรูป สี่เหลี่ยมผืนผ้า</td> <td>ความยาว 1 ด้าน</td> <td>ความยาว 2 ด้าน</td> </tr> <tr> <td>ด้านกว้าง</td> <td>x</td> <td>2x</td> </tr> <tr> <td>ด้านยาว</td> <td>x + 5</td> <td>2(x + 5)</td> </tr> </table>	ด้านของรูป สี่เหลี่ยมผืนผ้า	ความยาว 1 ด้าน	ความยาว 2 ด้าน	ด้านกว้าง	x	2x	ด้านยาว	x + 5	2(x + 5)					
ด้านของรูป สี่เหลี่ยมผืนผ้า	ความยาว 1 ด้าน	ความยาว 2 ด้าน															
ด้านกว้าง	x	2x															
ด้านยาว	x + 5	2(x + 5)															
			<p>วัดความยาวสนามหญ้าได้ความยาว 22 เมตร ดังนั้น <math>2x + 2(x + 5) = 22</math></p> <p>2. แก่สมการ</p> <p>3. ตรวจสอบคำตอบ</p> <p>3. เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่า เหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง แล้วแสดงวิธีการ แก้ปัญหาลงอย่างละเอียด</p> <p>สมมติให้ ด้านกว้างของสนามหญ้ายาว x เมตร จะได้ ด้านยาวยาว x + 5 เมตร</p> <p>จะได้ว่า</p> $2x + 2(x + 5) = 22$ $2x + 2x + 10 = 22$ $4x + 10 = 22$ $4x + 10 - 10 = 22 - 10$ $4x = 12$ $\frac{4x}{4} = \frac{12}{4}$ $x = 3$ <p>นั่นคือ ด้านกว้างของสนามหญ้ายาว 3 เมตร จะได้ ด้านยาวของสนามหญ้ายาว 3 + 5 = 8 เมตร ดังนั้น พื้นที่ของสนามหญ้าหน้าบ้านของดาว คือ <math>3 \times 8</math> เท่ากับ 24 ตารางเมตร</p> <p>4. ตรวจสอบคำตอบ ว่าคำตอบที่ได้มีความ ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไรก็ตาม จากการแก้โจทย์ปัญหา สนามหญ้าหน้าบ้านของดาว มีพื้นที่ 24 ตารางเมตร</p>														

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
			<p>มีด้านกว้างยาว 3 เมตร และมีด้านยาวยาว 8 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับโจทย์ปัญหาที่ว่า ความยาวของด้านยาว ยาวกว่าด้านกว้างอยู่ 5 เมตร</p> <p>ตรวจสอบคำตอบโดย แทนค่า <math>x = 3</math> ที่ได้ ลงในสมการ <math>2x + 2(x + 5) = 22</math></p> <p>จะได้ <math>2x + 2(x + 5) = 22</math></p> $2(3) + 2(3 + 5) = 22$ $6 + 16 = 22$ $22 = 22 \text{ สมการเป็นจริง}$ <p>ดังนั้น พื้นที่ของสนามหญ้าหน้าบ้านของดาว คือ <math>3 \times 8</math> เท่ากับ 24 ตารางเมตร</p> <p>จึงเป็นคำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับโจทย์ปัญหา</p>			
<p>ค 4.2</p> <p>ม. 2/1</p> <p>แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</p> <p>เชื่อมโยงสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของผลของคำตอบ</p>	<p>1. แก้โจทย์ปัญหา</p> <p>สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</p> <p>เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ได้</p> <p>พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของผลของคำตอบ</p> <p>โดยการตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหา</p>	<p>1. การนำไปใช้</p>	<p>6. จิตรกรต้องการทำกรอบไม้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าสำหรับระบายสี เขาจึงจ้างช่างไม้ให้ทำกรอบไม้ที่มีเส้นรอบรูปยาว 200 เซนติเมตร และมีความยาวเป็น 1.5 เท่าของความกว้าง ช่างไม้จะต้องทำกรอบไม้ที่มีความยาวและความยาวเท่าไร จึงจะได้กรอบไม้ตรงตามความต้องการของจิตรกร</p> <p><u>เฉลย</u></p> <p>1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p> <p>1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- จิตรกรต้องการกรอบไม้ที่มีเส้นรอบรูปยาว 200 เซนติเมตร</li> <li>- ความยาวของกรอบไม้ยาวเป็น 1.5 เท่าของความกว้าง</li> </ul> <p>1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความยาวของกรอบไม้</li> <li>- ความกว้างของกรอบไม้</li> </ul>			

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา														
				+ 1	0	- 1												
	สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียว เกี่ยวกับ ความยาว และพื้นที่ได้		<p>2. วางแผนแก้ปัญหาโดยเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวคิด/วิธีการ)</p> <p>1. กำหนดตัวแปรและเขียนสมการสมมติให้ด้านกว้างของกรอบไม้ยาว <math>x</math> เซนติเมตรจะได้ด้านยาวยาว <math>1.5x</math> เซนติเมตร</p> <table border="1"> <tr> <td>ด้านของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า</td> <td>ความยาว</td> <td>ความยาว</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 ด้าน</td> <td>2 ด้าน</td> </tr> <tr> <td>ด้านกว้าง</td> <td><math>x</math></td> <td><math>2x</math></td> </tr> <tr> <td>ด้านยาว</td> <td><math>1.5x</math></td> <td><math>2(1.5x)</math></td> </tr> </table> <p>จิตรกรต้องการกรอบไม้ที่มีเส้นรอบรูปยาว 200 ซม. ดังนั้น <math>2x + 2(1.5x) = 200</math></p> <p>2. แก้สมการ</p> <p>3. ตรวจสอบคำตอบ</p> <p>3. เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง แล้วแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด</p> <p>สมมติให้ด้านกว้างของกรอบไม้ยาว <math>x</math> เซนติเมตรจะได้ด้านยาวยาว <math>1.5x</math> เซนติเมตร</p> <p>จะได้ว่า</p> $2x + 2(1.5x) = 200$ $2x + 3x = 200$ $5x = 200$ $\frac{5x}{5} = \frac{200}{5}$ $x = 40$ <p>นั่นคือ ความกว้างของกรอบไม้เท่ากับ 40 เซนติเมตร</p> <p>จะได้ ความยาวของกรอบไม้เท่ากับ <math>1.5(40) = 60</math> เซนติเมตร</p>	ด้านของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	ความยาว	ความยาว		1 ด้าน	2 ด้าน	ด้านกว้าง	$x$	$2x$	ด้านยาว	$1.5x$	$2(1.5x)$			
ด้านของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	ความยาว	ความยาว																
	1 ด้าน	2 ด้าน																
ด้านกว้าง	$x$	$2x$																
ด้านยาว	$1.5x$	$2(1.5x)$																

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
			<p>4. ตรวจสอบคำตอบ ว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร จากการแก้โจทย์ปัญหา จิตรกรต้องการกรอบไม้ที่มีเส้นรอบรูปยาว 200 เซนติเมตร มีด้านกว้างยาว 40 เซนติเมตร และมีด้านยาวยาว 60 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับโจทย์ปัญหาที่ว่า</p> <p>"ความยาวของกรอบไม้ยาวเป็น 1.5 เท่าของความกว้าง"</p> <p>ตรวจสอบคำตอบโดย แทนค่า <math>x = 40</math> ที่ได้ ลงในสมการ <math>2x + 2(1.5x) = 200</math></p> <p>จะได้ <math>2x + 2(1.5x) = 200</math></p> $2(40) + 2(60) = 200$ $80 + 120 = 200$ $200 = 200$ <p>สมการเป็นจริง</p> <p>ดังนั้น ความกว้างของกรอบไม้เท่ากับ 40 เซนติเมตร และความยาวของกรอบไม้เท่ากับ <math>1.5(40) = 60</math> เซนติเมตร จึงเป็นคำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับโจทย์ปัญหา</p>			
ค 4.2 ม. 2/1 แก้โจทย์ ปัญหา เกี่ยวกับ สมการ เชิงเส้นตัว แปรเดียว พร้อมทั้ง ตระหนัก ถึงความ สมเหตุสม	1. แก้โจทย์ ปัญหา สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียว เกี่ยวกับ ระยะทาง อัตราเร็ว และเวลาได้	1. การ นำไปใช้	7. บอลและอาร์มเป็นเพื่อนกันและอาศัยอยู่ต่างเมือง ซึ่งมีระยะทางห่างกัน 40 กิโลเมตร วันหนึ่งทั้งสองตั้งใจจะมาพบกัน โดยเขาทั้งสองออกเดินทางพร้อมกัน ถ้าบอลตีบรถจักรยานด้วยอัตราเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และอาร์มตีบรถจักรยานด้วยอัตราเร็วกว่า 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง บอลและอาร์มจะมาพบกันเมื่อเวลาผ่านไปเท่าไร"			

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
ผลของคำตอบ	2. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยการตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับระยะทางอัตราเร็วและเวลาได้		<p><b>เฉลย</b></p> <p>1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p> <p>1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- บอลและอาร์มอยู่ห่างกัน 40 กิโลเมตร</li> <li>- ทั้งสองคนถีบจักรยานเพื่อที่จะมาพบกัน</li> <li>- บอลถีบรถจักรยานด้วยอัตราเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง</li> <li>- อาร์มถีบรถจักรยานด้วยอัตราเร็วกว่า 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งก็คือ 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง</li> </ul> <p>1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- บอลและอาร์มจะมาพบกันเมื่อเวลาผ่านไปเท่าไร</li> </ul> <p>2. วางแผนแก้ปัญหาโดยเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวคิด/วิธีการ)</p> <p>1. กำหนดตัวแปรและเขียนสมการสมมติให้บอลและอาร์มจะมาพบกันเมื่อเวลาผ่านไป <math>x</math> ชั่วโมง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ บอลถีบรถจักรยานด้วยอัตราเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง</li> </ul> <p>นั่นคือ บอลถีบรถจักรยานได้ระยะทาง <math>3x</math> กิโลเมตร</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ อาร์มถีบรถจักรยานด้วยอัตราเร็วกว่า 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เท่ากับ <math>3 + 2 = 5</math> กิโลเมตรต่อชั่วโมง</li> </ul> <p>นั่นคือ อาร์มถีบรถจักรยานได้ระยะทาง <math>5x</math> กิโลเมตร</p> <p>บอลและอาร์มอยู่ห่างกัน 40 กิโลเมตร</p> <p>จะได้สมการ คือ <math>3x + 5x = 40</math></p> <p>2. แก้สมการ</p> <p>3. ตรวจสอบคำตอบ</p>			

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
			<p>3. เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง แล้วแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด</p> <p>สมมติให้บอลและอาร์มจะมาพบกันเมื่อเวลาผ่านไป <math>x</math> ชั่วโมง</p> <p>➤ บอลตีบรถจักรยานด้วยอัตราเร็ว 3 กม./ชม. นั่นคือ บอลตีบรถจักรยานได้ระยะทาง <math>3x</math> กิโลเมตร</p> <p>➤ อาร์มตีบรถจักรยานด้วยอัตราเร็วกว่า 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เท่ากับ <math>3 + 2 = 5</math> กิโลเมตรต่อชั่วโมง นั่นคือ อาร์มตีบรถจักรยานได้ระยะทาง <math>5x</math> กิโลเมตร</p> <p>บอลและอาร์มอยู่ห่างกัน 40 กิโลเมตร จะได้สมการ คือ <math>3x + 5x = 40</math> บอลและอาร์มอยู่ห่างกัน 40 กิโลเมตร จะได้สมการ คือ <math>3x + 5x = 40</math></p> $\begin{array}{r} 3x + 5x = 40 \\ 8x = 40 \\ \frac{8x}{8} = \frac{40}{8} \\ x = 5 \end{array}$ <p>นั่นคือ บอลและอาร์มจะมาพบกันเมื่อเวลาผ่านไป 5 ชั่วโมง</p> <p>4. ตรวจสอบคำตอบ ว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไรก็ตามจากการแก้สมการ จะได้ระยะเวลาที่บอลและอาร์มจะมาพบกันเมื่อเวลาผ่านไป 5 ชั่วโมง</p> <p>แทนค่า <math>x = 5</math> ในสมการ</p> <p>จาก <math>3x + 5x = 40</math> จะได้ <math>3(5) + 5(5) = 40</math> <math>15 + 25 = 40</math> <math>40 = 40</math> สมการเป็นจริง</p>			

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
			ดังนั้น ระยะเวลาที่รถยนต์ทั้งสองคันจะพบกัน คือ 5 ชั่วโมง จึงเป็นคำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับโจทย์ปัญหา			
ค 4.2 ม. 2/1 แก้โจทย์ ปัญหา เกี่ยวกับ สมการ เชิงเส้นตัว แปรเดียว พร้อมทั้ง ตระหนัก ถึงความ สมเหตุสม ผลของ คำตอบ	1. แก้โจทย์ ปัญหา สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียว เกี่ยวกับ ระยะทาง อัตราเร็ว และเวลาได้  2. ตระหนัก ถึงความสม เหตุสม ผลของ คำตอบ โดยการ ตรวจสอบ คำตอบของ การ แก้ปัญหา สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียว เกี่ยวกับ ระยะทาง อัตราเร็ว และเวลาได้	1. การ นำไปใช้	8. นนท์และวิฑิตบจักรยานออกจากจุดเริ่มต้นที่ เดียวกันและในเวลาเดียวกัน โดยที่นนท์ถีบรถจักรยาน ด้วยอัตราเร็ว 15 ไมล์ต่อชั่วโมง และวิฑิตบรถจักรยาน ด้วยอัตราเร็ว 12 ไมล์ต่อชั่วโมง ถ้าเขาทั้งสองถีบ จักรยานไปในทิศทางเดียวกัน พวกเขาจะใช้เวลานาน เท่าไรจึงจะอยู่ห่างกัน 9 ไมล์  <b>เฉลย</b> 1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่าน และทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ 1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา - นนท์และวิฑิตบจักรยานออกจากจุดเริ่มต้นที่เดียวกัน และในเวลาเดียวกัน - เขาทั้งสองถีบจักรยานไปในทิศทางเดียวกัน - นนท์ถีบรถจักรยานด้วยอัตราเร็ว 15 ไมล์ต่อชั่วโมง - วิฑิตบรถจักรยานด้วยอัตราเร็ว 12 ไมล์ต่อชั่วโมง 1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร - นนท์และวิฑิตจะใช้เวลานานเท่าไรจึงจะอยู่ห่างกัน 9 ไมล์ 2. วางแผนแก้ปัญหาโดยเขียนอธิบายถึงแนวทาง หรือวิธีการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวคิด/วิธีการ) 1. กำหนดตัวแปรและเขียนสมการ สมมติให้นนท์และวิฑิตจะใช้เวลานาน $x$ ชั่วโมง จึงจะอยู่ห่างกัน 9 ไมล์ ➤ นนท์ถีบรถจักรยานด้วยอัตราเร็ว 15 ไมล์ต่อ ชั่วโมง นั่นคือ นนท์ถีบรถจักรยานได้ระยะทาง $15x$ ไมล์			

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
			<p>➤ วิถีบรตจักรยานด้วยอัตราเร็ว 12 ไมล์ต่อชั่วโมง นั่นคือ วิถีบรตจักรยานได้ระยะทาง <math>12x</math> ไมล์ นนท์และวิวจะใช้เวลานานเท่าไรจึงจะอยู่ห่างกัน 9 ไมล์จะได้สมการ คือ <math>15x - 12x = 9</math></p> <p>2. แก่สมการ</p> <p>3. ตรวจสอบคำตอบ</p> <p>3. เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง แล้วแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด</p> <p>สมมติให้นนท์และวิวจะใช้เวลานาน <math>x</math> ชั่วโมง จึงจะอยู่ห่างกัน 9 ไมล์</p> <p>➤ นนท์ถีบรตจักรยานด้วยอัตราเร็ว 15 ไมล์ต่อ ชั่วโมง</p> <p>นั่นคือ นนท์ถีบรตจักรยานได้ระยะทาง <math>15x</math> ไมล์</p> <p>➤ วิถีบรตจักรยานด้วยอัตราเร็ว 12 ไมล์ต่อชั่วโมง นั่นคือ วิถีบรตจักรยานได้ระยะทาง <math>12x</math> ไมล์</p> <p>นนท์และวิวจะใช้เวลานานเท่าไรจึงจะอยู่ห่างกัน 9 ไมล์จะได้สมการ คือ <math>15x - 12x = 9</math></p> $15x - 12x = 9$ $3x = 9$ $\frac{3x}{3} = \frac{9}{3}$ $x = 3$ <p>นั่นคือ นนท์และวิวจะใช้เวลา 3 ชั่วโมง จึงจะอยู่ห่างกัน 9 ไมล์</p> <p>4. ตรวจสอบคำตอบ ว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไรก็ตาม จากการแก้สมการ นนท์และวิวใช้เวลา 3 ชั่วโมง จึงจะอยู่ห่างกัน 9 ไมล์</p> <p>แทนค่า <math>x = 3</math> ในสมการ</p> <p>จาก <math>3x + 5x = 40</math> จะได้</p> $15(3) - 12(3) = 9$ $45 - 36 = 9$ $9 = 9$ <p>สมการเป็นจริง</p>			

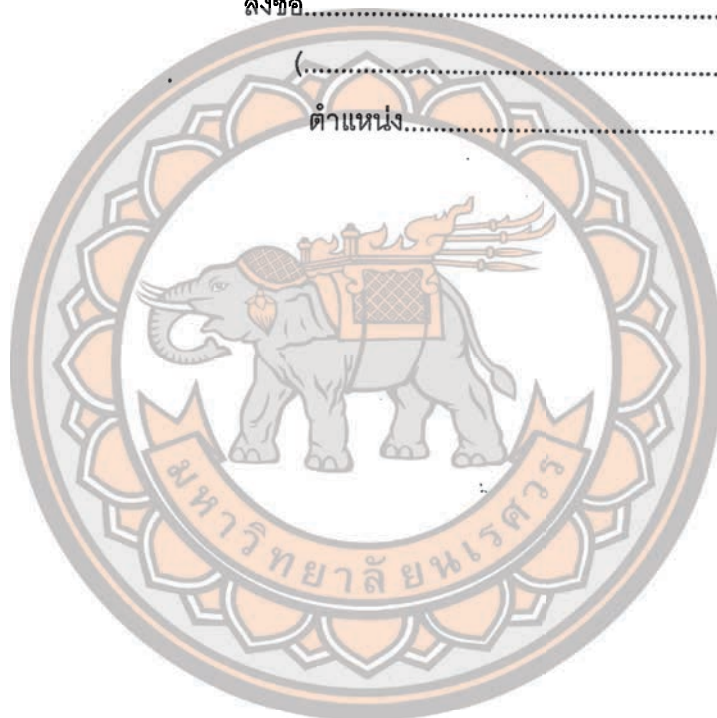


ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ ต้องการวัด	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา		
				+ 1	0	- 1
			ดังนั้น นั่นคือ นนทบุรีและวิวจะใช้เวลา 3 ชั่วโมง จึงจะอยู่ห่างกัน 9 ไมล์ จึงเป็นคำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับโจทย์ปัญหา			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....



ภาคผนวก จ ผลการพิจารณาคำดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดความสามารถในการ  
 แก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์  
 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน

ตาราง 25 แสดงผลการพิจารณาคำดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดความสามารถ  
 ในการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การ  
 ประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

จากตาราง 25 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์กับ  
 จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ผลปรากฏ ข้อสอบสามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ โดยมี  
 คำดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เฉลี่ยเท่ากับ 1

ภาคผนวก จ ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตาราง 26 แสดงผลของค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (จำนวน 8 ข้อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าอำนาจจำแนก	
	(P)	แปลผล	(B)	แปลผล
1	0.48	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้
2	0.52	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
3	0.58	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้
4	0.56	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้
5	0.48	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้
6	0.49	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้
7	0.45	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
8	0.46	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้

จากตาราง 26 พบว่า ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.45 – 0.58 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.38 – 0.47 ซึ่งข้อสอบที่ใช้ได้ต้องมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบที่มีคุณภาพสูงสุดตามเกณฑ์จำนวน 4 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2, 3, 6, และข้อ 7

ภาคผนวก ช ผลการคัดเลือกแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตาราง 27 ผลการคัดเลือกแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (จำนวน 4 ข้อ)

ข้อที่	ข้อสอบที่ เลือก	ค่าความยากง่าย (P)	แปลผล	ค่าอำนาจ จำแนก(B)	แปลผล
1	2	0.52	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
2	3	0.58	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้
3	6	0.49	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้
4	7	0.45	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้

จากตาราง 27 พบว่า ค่าความยากง่ายของผลการคัดเลือกแบบวัดความสามารถในการแก้  
โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.45 - 0.58 และค่า  
อำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์  
ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.93

ภาคผนวก ข แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การ  
ประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 4 ข้อ

แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์  
เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

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

คำชี้แจงในการตอบ

1. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบอัตนัย  
มีจำนวน 4 ข้อ แบ่งเป็น 4 เรื่อง ดังนี้

- |  |          |
|--|----------|
| 1.1 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน                      | 19 คะแนน |
| 1.2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุ                      | 19 คะแนน |
| 1.3 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่         | 19 คะแนน |
| 1.4 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทาง อัตราเร็ว และเวลา | 19 คะแนน |

2. แบบทดสอบนี้ใช้เวลา 60 นาที

3. แบบทดสอบฉบับนี้ มีคะแนนเต็มข้อละ 19 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้อง  
ของแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนเป็นอิสระต่อกัน


4. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบฉบับนี้ทุกข้อ ตอบคำถามและแสดงวิธีทำอย่างเต็มความสามารถ

5. หากมีปัญหาใด ๆ โปรดสอบถามอาจารย์ผู้คุมสอบ

1. ธนาคารแห่งหนึ่งนับธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาท พบว่ามีจำนวนเป็นสองเท่าของธนบัตรใบละห้าสิบบาท ธนบัตรใบละห้าร้อยบาทมีจำนวนเป็นสามเท่าของธนบัตรใบละหนึ่งร้อยบาทและธนบัตรใบละหนึ่งพันบาทมีจำนวนเป็นสี่เท่าของธนบัตรใบละห้าร้อยบาท ถ้าธนาคารนับเงินได้ทั้งหมด 654,000 บาท อยากทราบว่า มีธนบัตรใบละห้าสิบบาท ใบละหนึ่งร้อยบาท ใบละห้าร้อยบาท และใบละหนึ่งพันบาทอย่างละกี่ใบ

1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

.....



3. เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง แล้วแสดงวิธีการแก้ปัญหา  
อย่างละเอียด

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



4. ตรวจสอบคำตอบ ว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร

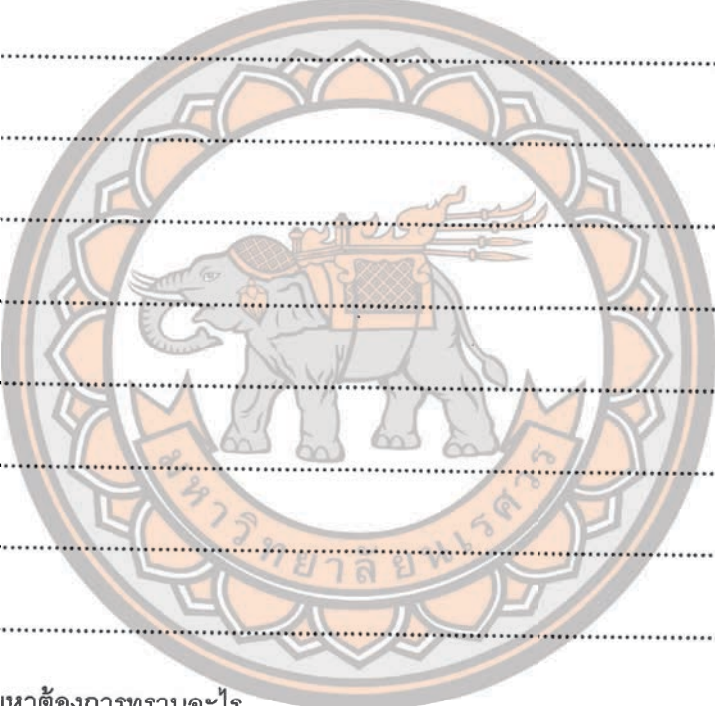
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



2. ปัจจุบันฟ้าใสมีอายุเป็นสี่เท่าของমনาว อีก 4 ปีข้างหน้า ฟ้าใสจะมีอายุเป็นสองเท่าของমনาว ปัจจุบันแต่ละคนมีอายุเท่าไร

1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

.....



3. เลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง แล้วแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

.....

.....

.....



4. ตรวจสอบคำตอบ ว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....


.....

.....

3. จิตรกรต้องการทำกรอบไม้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าสำหรับระบายสี เขาจึงจ้างช่างไม้ให้ทำกรอบไม้ที่มีเส้นรอบรูปยาว 200 เซนติเมตร และมีความยาวเป็น 1.5 เท่าของความกว้าง ช่างไม้จะต้องทำกรอบไม้ที่มีความกว้างและความยาวเท่าไร จึงจะได้กรอบไม้ตรงตามความต้องการของจิตรกร

1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

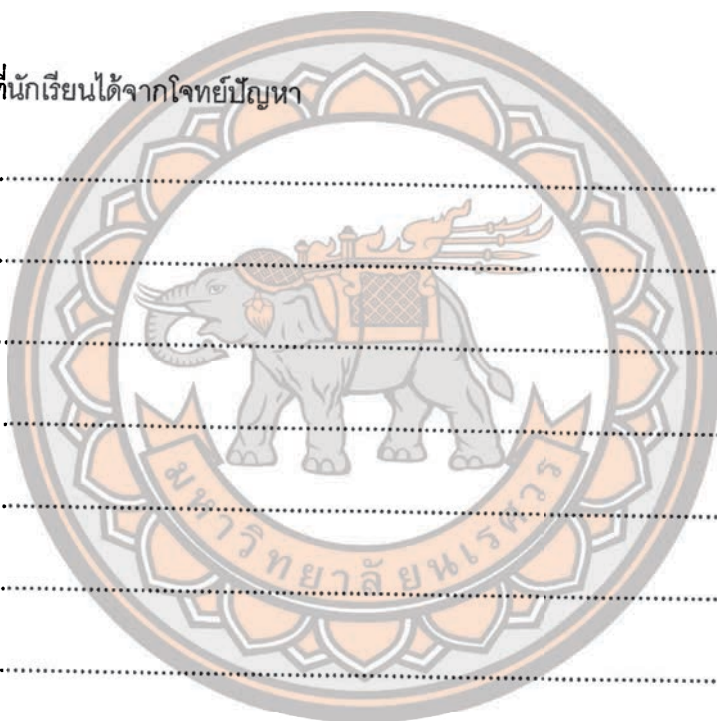




4. บอลและอาร์มเป็นเพื่อนกันและอาศัยอยู่ต่างเมือง ซึ่งมีระยะทางห่างกัน 40 กิโลเมตร วันหนึ่ง ทั้งสองตั้งใจจะมาพบกัน โดยเขาทั้งสองออกเดินทางพร้อมกัน ถ้าบอลถีบรถจักรยานด้วยอัตราเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และอาร์มถีบรถจักรยานด้วยอัตราเร็วกว่า 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง บอลและอาร์มจะมาพบกันเมื่อเวลาผ่านไปเท่าไร

1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาโดยอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบาย สิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

1.1 ข้อมูลที่นักเรียนได้จากโจทย์ปัญหา



1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร







ภาคผนวก ฅ คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัด  
กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

ตาราง 28 คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย  
วิธีการแบบเปิด

นักเรียน คนที่	คะแนนก่อนเรียน (76 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (76 คะแนน)	คะแนนผลต่าง
1	24	60	36
2	25	55	30
3	16	50	34
4	24	57	33
5	15	65	50
6	12	62	50
7	14	50	36
8	18	67	49
9	22	61	39
10	23	55	32
11	24	65	41
12	12	61	49
13	15	57	42
14	12	58	46
15	19	67	48
16	31	75	44
17	14	55	41

ตาราง 28 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนก่อนเรียน (76 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (76 คะแนน)	คะแนนผลต่าง
18	26	68	42
19	24	63	39
20	20	60	40
21	34	72	38
22	15	50	35
23	22	66	44
24	37	71	34
25	32	73	41
26	23	65	42
27	21	62	41
28	25	67	42
29	24	62	38
30	36	76	40
31	25	60	35
32	19	58	39
33	25	67	42
34	40	75	35
<b>เฉลี่ย</b>	<b>22.59</b>	<b>62.79</b>	<b>40.21</b>
<b>S.D.</b>	<b>7.35</b>	<b>7.11</b>	<b>5.28</b>



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล สุพรรณษา นามราช

วัน เดือน ปี เกิด 4 มกราคม 2532

ที่อยู่ปัจจุบัน 124 หมู่ 1 ตำบลหนองหาน อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี  
41130

ที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนหนองหานวิทยา  
601 หมู่ 6 ตำบลหนองหาน อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี  
41130

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ครู

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2556 โรงเรียนชาณุวิทยา  
341 หมู่ 2 ตำบลแสนตอ อำเภอชาณุวรลักษบุรี จังหวัดกำแพงเพชร  
62130

พ.ศ. 2561 โรงเรียนหนองหานวิทยา  
601 หมู่ 6 ตำบลหนองหาน อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี  
41130

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2556 ศษ.บ. (คณิตศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยขอนแก่น