

# แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

นางสาวอัญชิสา นาเลา

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2565

# แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

นางสาวอัญชิสา นาเลา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2565

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



# ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์
## มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวอัญชิสา นาเลา แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

**คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์**

_____ ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

_____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล)

_____ กรรมการ
(ดร.นวพล นนทภา)

_____ กรรมการ
(ดร.รามนรี นนทภา)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

_____ _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
รองอธิการบดี รักษาราชการแทน
คณบดีคณะครุศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....ปี.....

**ชื่อเรื่อง** : แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
**ผู้วิจัย** : นางสาวอัญชิสา นาเลา
**ปริญญา** : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตรศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
**อาจารย์ที่ปรึกษา** : ดร.รามนรี นนทภา
**ปีที่สำเร็จการศึกษา** : 2565

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (2) หาแนวทางในการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุกูลนารี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย และแบบสัมภาษณ์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Description Analysis) และการวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis)

ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่า 1 คิดเป็นร้อยละ 5 ระดับ 1 คิดเป็นร้อยละ 50 ระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 22.5 ระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 12.5 ระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 10 ตามลำดับ ระดับที่ 5 และระดับที่ 6 ไม่มีนักเรียนอยู่ในระดับนี้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 เนื่องจากนักเรียนมีพื้นฐานด้านพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับปานกลาง จึงสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ได้รับตามความรู้และประสบการณ์ที่ตนมี และนักเรียนได้พยายามแก้โจทย์ปัญหาตามตัวอย่างที่เคยพบในห้องเรียน (2) แนวทางการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุกูลนารี พบว่า ระดับต่ำกว่า 1 ไประดับ 1 ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีในการหาคำตอบ ให้ผู้เรียนฝึกทำโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา และช่วยเสริมความรู้พื้นฐาน ทบทวนความรู้เดิมให้ผู้เรียน ให้ผู้เรียนพบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียน ระดับ 1 ไประดับ 2 ผู้สอนให้ผู้เรียนเลือกใช้วิธีการหาคำตอบให้ตรงกับความต้องการของโจทย์ อธิบายโดยใช้วิธีที่ไม่ซับซ้อน ระดับ 2 ไประดับ 3 ฝึกให้ผู้เรียนทำโจทย์บ่อย ๆ เพื่อให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะและความชำนาญการในการแก้ปัญหา ระดับ 3 ไประดับ 4 ผู้สอนฝึกให้ผู้เรียน

เลือกผสมผสานรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ โดยนำรูปแบบเหล่านั้นมาเชื่อมโยงให้เข้ากับการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ระดับ 4 ไประดับ 5 ฝึกให้ผู้เรียนใช้ทักษะต่างๆในการแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนมีความคิดยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และมองเห็นความสัมพันธ์ของสถานการณ์ต่าง ๆ ควรฝึกให้ผู้เรียนมองเห็นและจินตนาการถึงตัวแบบเพื่อนำมาประยุกต์ในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา

**คำสำคัญ**: การรู้เรื่องคณิตศาสตร์, แนวทางการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

**Title** : Guidelines for Learning Management to Promote Mathematics Literacy for Matthayomsuksa 3 Students on Surface Area and Volume
**Author** : Miss Aunchisa Nalao
**Degree** : Master of Education (Mathematics Education)
Rajabhat Mahasarakham University
**Advisors** : Dr.Ramnaree Nontapa
**Year** : 2022

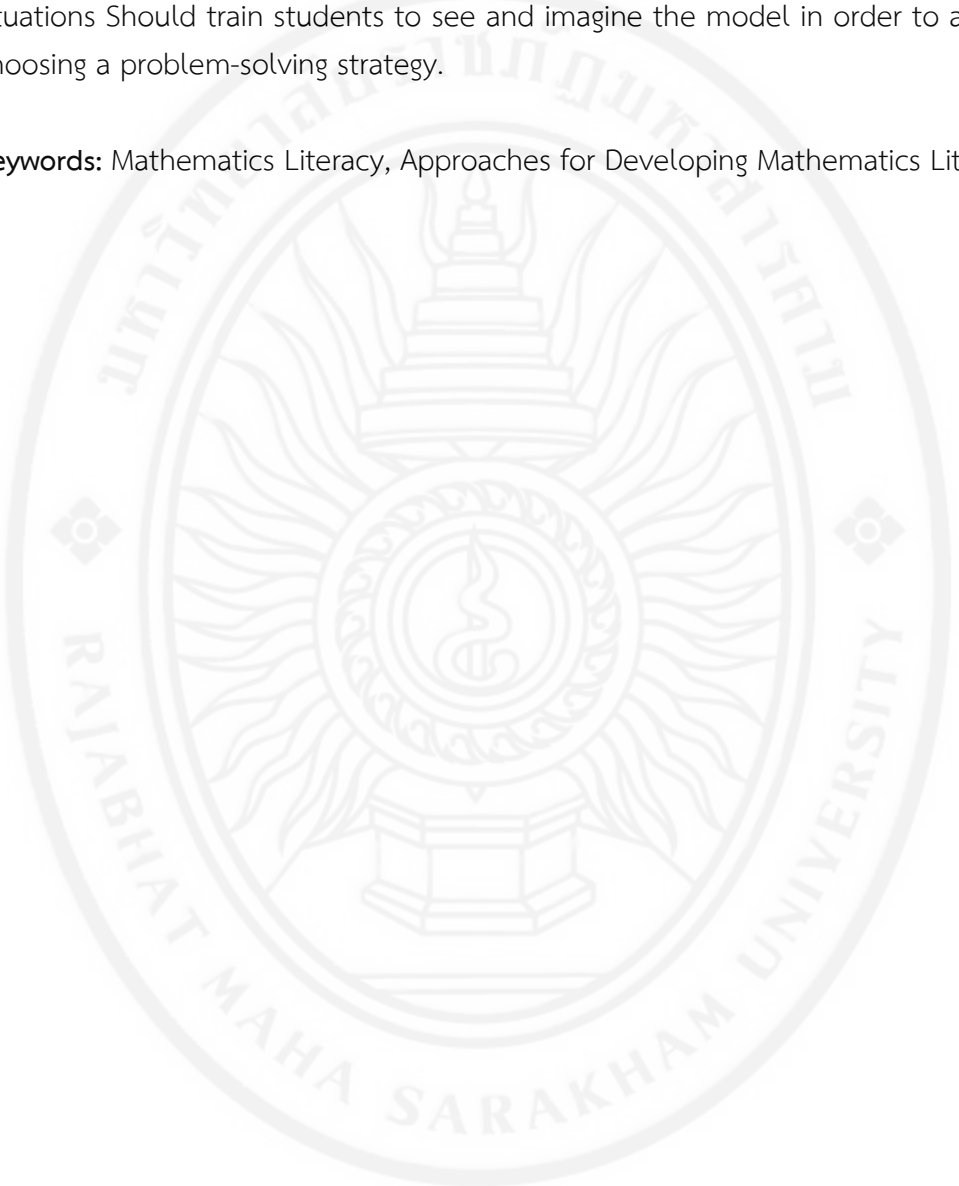
# ABSTRACT

The purpose of this research was (1) to study mathematics literacy of Matthayomsuksa 3 students (2) to find ways to improve mathematics literacy of Matthayomsuksa 3 students. The target groups used in this research were Matthayomsuksa 3 students at Anukulnaree School. Who studied in semester 2 academic year 2021, 40 people. The instruments used in thisresearch were math knowledge test on surface area and volume. Stats used in the data analysis consisted of frequency, Percentage, Analytic Description and Task Analysis.

The results of the research were as follows: 1) the results of a study on Mathematics literacy for Matthayomsuksa 3 students at Anukulnaree School, it was found that the students had Mathematics literacy at a level of less than 1 representing 5%, Level 1 accounting for 50%, Level 2 representing 22.5%, Level 3 representing 12.5%. Level 4 accounted for 10% Level 5 and Level 6 have no students at this level. Most of the students are in Level 1 as they have a moderate background in surface area and volume. Therefore able to solve problems obtained according to knowledge and experience that they have and the students tried to solve the problems according to the example they had encountered in the classroom 2) The results of a study on the development of Mathematics literacy for Matthayomsuksa 3 students at Anukulnaree School, Level less than 1 go level 1, the teacher should train the learners to analyze all the problems that they want to know. What is the problem? To find ways to find answers Have students practice making problems from simple situations and using simple strategies to solve problems. And helps to enhance basic knowledge Review the original knowledge to the learners. Have students encounter problems or problems that students are interested in. It is a problem that is not too difficult for students' abilities. Level 1 go level 2, The teacher allows students to choose a method to find answers to meet the needs of the problem. explained in an uncomplicated way**.** Level 2 go level 3, Trains students to make frequent problems in order to provide a variety of solutions to problems. This will result in learners developing skills and

proficiency in problem solving. Level 3 Teachers train students to choose a combination of different problem-solving patterns. including the form of the symbol by bringing those patterns to connect to problem solving in real life situations. Level 4 go level 5, Trains students to use different skills to solve problems. Give students flexibility in solving problems. and see the relationship of various situations Should train students to see and imagine the model in order to apply it in choosing a problem-solving strategy.

**Keywords:** Mathematics Literacy, Approaches for Developing Mathematics Literacy



_____Major Advisor

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยเพราะได้รับความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ดร.รามนรี นนทภา ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล กรรมการสอบ และอาจารย์ ดร.นวพล นนทภา กรรมการสอบ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ อาจารย์ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พินิจ ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ นางพรพิมาน ยุบลวัฒน์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา นายอุดร กล้าขยัน ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ และอาจารย์ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พินิจ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และภาษาวิจัย ที่ช่วยตรวจสอบให้คะแนนและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือ ผู้อำนวยการโรงเรียน และคณะครูโรงเรียนอนุกูลนารี อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษาหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเอง และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ผู้มีพระคุณ ตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีอุปการะทุกท่าน

นางสาวอัญชิสา นาเลา

# สารบัญ

**หัวเรื่อง** **หน้า**


บทคัดย่อ ..... ก
ABSTRACT ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ ..... 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย ..... 3
1.3 ขอบเขตการวิจัย ..... 3
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ ..... 4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 5
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม ..... 6
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ..... 6
2.2 การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ..... 12
2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ..... 38
2.4 การสัมภาษณ์ ..... 48
2.5 การหาคุณภาพของเครื่องมือ ..... 55
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 64
2.7 กรอบแนวคิดการวิจัย ..... 70
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ..... 71
3.1 กลุ่มเป้าหมาย ..... 71
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 72
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย ..... 72
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล ..... 75
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 75
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 75
บทที่ 4 ผลการวิจัย ..... 78
4.1 ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 78
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 78

**หัวเรื่อง** **หน้า**

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ ..... 98
5.1 สรุป ..... 98
5.2 อภิปรายผล ..... 100
5.3 ข้อเสนอแนะ ..... 104
บรรณานุกรม ..... 105
ภาคผนวก ..... 113
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 114
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 120
ภาคผนวก ค การหาคุณภาพของแบบทดสอบ ..... 126
ภาคผนวก ง รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ..... 131
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์ ..... 133
การเผยแพร่ผลงานวิจัย ..... 140
ประวัติผู้วิจัย ..... 141

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**


2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 6 รหัสวิชา ค 23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต ... 10
2.2 กลุ่มของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ..... 20
2.3 ระดับความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA ..... 21
2.4 จำแนกพฤติกรรมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 6 ระดับ ..... 24
2.5 ระดับความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ Kaiser ..... 25
2.6 สัดส่วนของคะแนนกลุ่มกระบวนการ ..... 29
2.7 สัดส่วนของคะแนนกลุ่มเนื้อหา ..... 30
2.8 สัดส่วนของคะแนนกลุ่มบริบท/สถานการณ์ปัญหา ..... 31
2.9 แบบสวนหย่อม ..... 35
2.10 ลักษณะการเติมคำตอบของข้อสอบเขียนตอบแบบปิด ..... 38
2.11 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ..... 60
2.12 ประเภทของความเชื่อมั่นความหมายและวิธีการประมาณค่า ..... 62
3.1 จำนวนกลุ่มเป้าหมายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน ..... 71
3.2 จำนวนข้อสอบที่สร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ ที่สอดคล้องกับเนื้อหา ..... 72
4.1 สรุปผลการศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากแบบทดสอบระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมตาร ..... 79
4.2 ผลการศึกษาปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ..... 84
4.3 ผลการศึกษาปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และแนวทางการแก้ปัญหาการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับ ..... 89
4.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนที่ต่ำกว่าระดับ 1 ไประดับที่ 1 ..... 92
4.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนระดับ 1 ไประดับที่ 2 ..... 93
4.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนระดับ 2 ไประดับที่ 3 ..... 94
4.7 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนระดับ 3 ไประดับที่ 4 ..... 95
4.8 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนระดับ 4 ไประดับที่ 5 ..... 96
ค.1 ผลรวมและค่า *IOC* ของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ..... 127

**ตารางที่** **หน้า**

ค.2 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ..... 127
ค.3 ค่าดัชนีความเห็นพ้องของผู้ประเมิน (RAI) ของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ..... 128

# สารบัญภาพ

**ภาพที่** **หน้า**


2.1 กลุ่มสมรรถนะของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ..... 21
2.2 สถานการณ์ช่างไม้ ..... 35
2.3 สถานการณ์คดีปล้น ..... 36
2.4 วงกลมแทนพื้นที่ว่างของพื้น ..... 37
2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย ..... 70
4.1 งานเขียนของนักเรียนที่ต่ำกว่าระดับ 1 ..... 80
4.2 งานเขียนของนักเรียนที่ได้ระดับ 1 ..... 81
4.3 งานเขียนของนักเรียนที่ได้ระดับ 2 ..... 82
4.4 งานเขียนของนักเรียนที่ได้ระดับ 3 ..... 82
4.5 งานเขียนของนักเรียนที่ได้ระดับ 4 ..... 83

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือ สถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 1) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการ และเหตุผลคณิตศาสตร์ ฝึกให้คนคิดอย่างมีระเบียบ และเป็นรากฐานของวิทยาการหลาย ๆ สาขาความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ล้วนแต่อาศัยคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น โดยธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาเสริมสร้างเยาวชนให้เป็นผู้ ที่รู้จักคิดวิเคราะห์ ช่างสังเกตมีความคิดเป็นลำดับขั้นตอน มีระเบียบวินัย มีเหตุผล สามารถคิดคำนวณ การประมาณได้อย่างสมเหตุสมผล และวิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นศาสตร์ที่จะช่วยพัฒนา ให้ผู้เรียนมีศักยภาพทางคณิตศาสตร์ (ปานทอง กุลนาถศิริ, 2546, น. 65-68) กล่าวคือ เป็นผู้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการอุปนัย นิรนัยสถานการณ์ต่าง ๆ มีความสามารถในการคาดเดาเชื่อมโยง มีความสามารถในการให้เหตุผลตลอดจนมีวิสัยทัศน์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้นการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์จึงเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดการเรียนการสอน เพื่อแก้ปัญหาและเตรียมความพร้อมที่จะเป็นพลเมืองที่มีวิจารณญาณห่วงใยและสร้างสรรค์สังคมในอนาคต นำไปสู่การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินผลการศึกษาเด็กที่มีอายุ 15 ปีบริบูรณ์ ซึ่งจะบ่งบอกถึงคุณภาพการศึกษาและ เศรษฐกิจของประเทศไทย (Ontario, 1999, p. 3)

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) เป็นส่วนหนึ่งในโครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) เรียกว่า โครงการ PISA (Programmed for International Student Assessment) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลการศึกษาภาคบังคับที่รัฐจัดให้แก่ประชาชน คือ ดูว่าระบบได้ให้การศึกษาเพื่อเตรียมตัวประชาชนให้มีความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการเป็นผู้ใหญ่ดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้ดีเพียงใด เพราะถือว่าการพัฒนาทางการศึกษา เป็นปัจจัยหลักของการพัฒนาและแข่งขันทางเศรษฐกิจ การประเมินโครงการของ PISA เป็นการหาตัวชี้วัด และป้อนข้อมูลคุณภาพการศึกษาให้กับประเทศสมาชิก OECD จึงเน้นการประเมินความรู้ทักษะที่จำเป็นสำหรับชีวิต โดยประเมินการรู้เรื่อง (Literacy) ซึ่ง PISA เป็นวิชาที่ตัวแทนของการวางรากฐานของการดำเนินชีวิต ได้แก่ การรู้เรื่องด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่เข้าร่วมโครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์กร เพื่อความร่วมมือ และพัฒนาเศรษฐกิจ ดังนั้นจึงควรศึกษาหาข้อมูลสารสนเทศที่จำเป็นนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนรู้

ของประเทศให้มีคุณภาพมากขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโครงการ PISA ประเทศไทย, 2557, น. 10) การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นการประเมินความสามารถของบุคคลในการที่จะบ่งบอก และเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลกจริงเพื่อให้สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่เข้มแข็ง และผูกพันกับคณิตศาสตร์ที่จะตอบสนองความจำเป็นต่อชีวิตของแต่ละบุคคลในอันที่จะเป็นพลเมืองที่มีความคิด มีความห่วงใย และสร้างสรรค์สังคม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552, น. 33-34)

PISA จะประเมินผู้เรียนทุก ๆ 3 ปี โดยหนึ่งรอบของการประเมินจะใช้เวลารวม 9 ปี การประเมินแต่ละครั้งจะครอบคลุมการเรียนรู้ใน 3 ด้านข้างต้นซึ่งเน้นการให้น้ำหนักการประเมินแต่ละด้านแตกต่างกันการประเมินของ PISA ปี พ.ศ. 2543 และปี พ.ศ. 2552 เน้นการรู้เรื่องการอ่าน ปี พ.ศ. 2546 และปี พ.ศ. 2555 เน้นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ส่วนปี พ.ศ. 2549 และ พ.ศ. 2558 เน้นการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโครงการ PISA ประเทศไทย, 2557, น. 10) ทั้งนี้ในด้านที่เน้นจะมีน้ำหนักการประเมินร้อยละ 60 และส่วนที่เหลือจะมีน้ำหนักการประเมินแต่ละด้านประมาณร้อยละ 20 ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่เข้าร่วมโครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ ดังนั้นจึงควรศึกษาหาข้อมูลสารสนเทศที่จำเป็นเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของประเทศให้มีคุณภาพมากขึ้นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยที่ประเมินโดย PISA จะทำให้เราทราบว่านักเรียนไทยที่จะเติบโตไปสู่โลกแห่งอนาคตจะสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ และนำความรู้ที่มีไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือไม่ลักษณะของข้อสอบ PISA เป็นข้อสอบที่ประเมินการรู้เรื่องการอ่านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรอบของการบริหารการสอบทุก ๆ 3 ปี ในส่วนรูปแบบของข้อสอบพิจารณาในการสร้างข้อสอบที่มีรูปแบบหลากหลายมากกว่าจะเป็นข้อสอบแบบใดแบบหนึ่งโดยเลือกให้มีข้อสอบหลายแบบและเลือกให้แต่ละแบบมีจำนวนข้อใกล้เคียงกัน ได้แก่ ข้อสอบเลือกตอบข้อสอบเขียนตอบอิสระข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อนข้อสอบเขียนตอบแบบปิดข้อสอบเขียนตอบสั้น ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552, น. 33-34) จากผลการประเมินของโครงการ PISA ซึ่งเป็นโครงการวิจัยนานาชาติในช่วงที่ผ่านมาจาก ผลการประเมินของโครงการนักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยยังไม่สามารถเตรียมเยาวชนไทยให้มีศักยภาพในการแข่งขันกับนานาชาติได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554) และผลการประเมิน PISA ของไทยที่ผ่านมาในปี พ.ศ. 2558 พบว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) มีคะแนนต่ำที่สุด คือ นักเรียนประมาณร้อยละ 53 มีความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐานและมีเพียงร้อยละ 20 ที่มีความรู้สูงกว่าระดับมาตรฐาน ซึ่งต่ำสุดจากการประเมินทั้งสามด้าน ได้แก่ การประเมินการรู้เรื่องอ่านการ ประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แม้ว่าการเรื่องคณิตศาสตร์ของโครงการ PISA เป็นการประเมินนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี แต่ผลการประเมินของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ เพราะฉะนั้นเราควรเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนที่จะมีการประเมินในอนาคต ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ปรับจากข้อสอบ PISA 2018 โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดในหลักสูตรคณิตศาสตร์เพื่อให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นจำนวน 10 ข้อ ไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุกูลนารี อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์

จำนวน 40 คน เพื่อประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน และคาดว่าผลที่ได้จะนำไปใช้เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการสอบ PISA ในอนาคตของนักเรียน ด้วยผลการวิเคราะห์พบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย ต่ำกว่าร้อยละ 50 และนักเรียนไม่รู้ว่าควรใช้ความรู้เรื่องอะไร ควรเริ่มคิดอย่างไร ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกว่า นักเรียนขาดการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนและการประเมินเพื่อให้นักเรียนมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

จากเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มาใช้เป็นแนวทางในการเตรียมความพร้อมด้านการคิด การให้เหตุผล การเชื่อมโยงและการสื่อสาร เพื่อนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ และระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยคาดว่าวิจัยนี้จะช่วยให้นักเรียนรู้ความหมายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน หรือส่งผลให้การสอบ PISA มีคะแนนสูงขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.2.2 เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

**1.3.1 กลุ่มเป้าหมาย**

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุกูลนารี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน โดยมีนักเรียน จำนวน 40 คน

**1.3.2 ตัวแปรที่ศึกษา**

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และแนวทางการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

**1.3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย**

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560) ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้สอบ PISA (เรื่อง ปริภูมิและรูปทรง) ได้แก่ พื้นที่ผิวและปริมาตร

**1.3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย**

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ระหว่างปีการศึกษา 2564

## 1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.4.1 การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึง การรู้และเข้าใจบทบาทคณิตศาสตร์ที่มีในโลกหรือในชีวิตจริงสามารถติดตามและประเมินผลข้อโต้แย้งเชิงคณิตศาสตร์สามารถตัดสินปัญหาต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์และรู้จักใช้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาของตนเองและเตรียมพร้อมเป็นพลเมืองที่มีวิจารณญาณห่วงใยและสร้างสรรค์สังคมในอนาคต โดยระดับความสามารถการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มี 6 ระดับ

ระดับ 6 คือความสามารถใช้สาระและข้อมูลเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ สามารถใช้เหตุผล และใช้ความคิดระดับสูงในเชิงคณิตศาสตร์ สามารถสร้างวิธีการคิดหรือกลยุทธ์ใหม่ในการจัดการกับปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่เคยพบมาก่อน สามารถสร้างสูตรคณิตศาสตร์จากแนวคิดหรือข้อมูลที่มี สามารถสื่อสารตีความแปลความโต้แย้ง

ระดับ 5 คือความสามารถสร้างตัวแบบและใช้ตัวแบบในเรื่องที่มีความซับซ้อน และประเมินกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนที่สัมพันธ์กับตัวแบบ สามารถใช้ทักษะการคิดและทักษะการใช้เหตุผลการเชื่อมโยงการนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ สามารถคิดวิเคราะห์การทำงานของตนสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ สามารถสื่อสารถึงการแปลความตีความ และการใช้เหตุผลของตนได้

ระดับ 4 คือความสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีตัวแบบชัดเจนและเป็นสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมที่ค่อนข้างซับซ้อน สามารถเลือกและผสมผสานรูปแบบต่าง ๆ ที่มีให้รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ด้วยโดยนำมาเชื่อมโดยตรงกับสถานการณ์ในโลกจริง สามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนามาแล้วและสามารถใช้เหตุผลอย่างยืดหยุ่นได้ สามารถสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานฐานของการแปลความ

ระดับ 3 คือความสามารถทำโจทย์ที่มีวิธีการบอกไว้อย่างชัดเจน สามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหาสามารถแปลความและใช้สถานการณ์ที่นำเสนอมาจากหลายแหล่งสามารถแสดงการใช้เหตุผลได้และสามารถบอกสื่อสารผลที่เกิดขึ้น

ระดับ 2 คือความสามารถตีความและรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อนสามารถสกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียวสามารถใช้วิธีการคิดสูตรคณิตศาสตร์วิธีการหรือข้อตกลงเบื้องต้นสามารถใช้เหตุผลตรงไปตรงมาและมีความผลที่พบอย่างตรงไปตรงมา

ระดับ 1 คือความสามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่คุ้นเคยที่มีข้อมูลชัดเจนให้และคำถามต้องถามอย่างชัดเจนสามารถระบุสาระที่ต้องการและสามารถทำโจทย์แบบเดิมที่คุ้นเคยที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน

นักเรียนไม่สามารถแสดงพฤติกรรมที่ระดับ 1 ได้จะถูกจัดกลุ่ม ระดับต่ำกว่า 1

1.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถ ของนักเรียนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เทอมที่ 2 ปีการศึกษา 2564 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาแบ่งกลุ่ม ตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนออกเป็นระดับเก่ง ระดับปานกลาง และระดับอ่อน

1.4.3 การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการวัดสมรรถนะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในการที่นักเรียนจะนำทักษะและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พบในชีวิตประจำวัน

1.4.4 แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ ซึ่งได้มาจากการพิจารณาจากข้อสอบคณิตศาสตร์ของ PISA

1.4.5 เกณฑ์การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึง ระดับพฤติกรรมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามกรอบความคิดของ PISA ที่พัฒนาโดยสถาบันการทดสอบแห่งชาติเรียงจากระดับสูงไปต่ำ มีทั้งหมด 24 ข้อ

1.4.6 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง หมายถึง แบบสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อคำถามและสามารถเพิ่มคำถามได้ในระหว่างการสัมภาษณ์ซึ่งเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก

1.4.7 การสัมภาษณ์เชิงลึก หมายถึง การสัมภาษณ์แบบเจาะลึกรายบุคคลเป็นการซักถามพูดคุยกันระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์อย่างละเอียดเป็นการสัมภาษณ์ที่ให้ผู้สัมภาษณ์ได้อธิบายเหตุผลของตนเองเพื่อให้ทราบถึงสาเหตุในสิ่งนั้น ๆ

1.4.8 การสัมภาษณ์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดของบุคคลโดยการสนทนาซักถามโต้ตอบระหว่างบุคคลแบบตัวต่อตัวเพื่อค้นหาข้อเท็จจริงดีกว่าการสังเกตเพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ตาหูและปากในขณะสัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์สร้างความน่าเชื่อถือรักษาอารมณ์ให้มั่นคงแสดงความสนใจและบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นข้อสนเทศในการช่วยให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และผู้เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.5.1 ส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น

1.5.2 เมื่อมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ดีแล้วนั้น เด็กจะมีพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น

1.5.3 สามารถแบ่งปันแนวทางในการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้กับคุณครูท่านอื่นได้

1.5.4 เป็นข้อสนเทศ ในการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

1.5.5 เป็นข้อสนเทศในแนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตลอดจนเป็นแนวทางสำหรับครูและผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาได้นำไปพัฒนา และส่งเสริมระดับการู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตลอดจนเป็นแนวทางในการเตรียมความพร้อมของสถานศึกษาในการเตรียมสอบ PISA ในโอกาสต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

# บทที่ 2
# การทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยเรื่อง แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การสัมภาษณ์
5. เครื่องมือและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
7. กรอบแนวคิดการวิจัย

## 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดสาระหลักจำเป็นสำหรับผู้เรียน คำอธิบายรายวิชาและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1-5)

### 2.1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญ ต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วนช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้มีคุณภาพ และพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็น ต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัย และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้จัดทำขึ้น โดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียน ที่มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ

การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร และการร่วมมือ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพ เมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้น สถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

**2.1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์**

ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำาหนดสาระพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น โดยผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญดังนี้

2.1.2.1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินลำดับและอนุกรมและการนำาความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.2 การวัดและเรขาคณิตเรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับ การวัด อัตราส่วน ตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

2.1.2.3 สถิติและความน่าจะเป็นเรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติการเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

**2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้**

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับ และอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้นความน่าจะเป็น และนำไปใช้

**2.1.4 คุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1.4.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.5 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุหาม สมการกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1.4.6 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.7 มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer’s Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.8 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ

2.1.4.9 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.10 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนานรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.11 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.12 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.13 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1.4.14 มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่องและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

2.1.4.15 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

**2.1.5 คำอธิบายรายวิชา**

คำอธิบายรายวิชา ค22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เวลา 60 ชั่วโมง ศึกษา ฝึกทักษะ/กระบวนการในสาระต่อไปนี้

ศึกษาสาระความรู้ ฝึกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

2.1.5.1 ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร แนะนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

2.1.5.2 วงกลม มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม คอร์ดของวงกลม เส้นสัมผัสวงกลม

2.1.5.3 พีระมิด กรวย และทรงกลม ปริมาตรและพื้นที่ผิวของพีระมิด ปริมาตรและพื้นที่ผิวของกรวย และปริมาตรและพื้นที่ผิวของทรงกลม

2.1.5.4 ความน่าจะเป็นโอกาสและเหตุการณ์ ความน่าจะเป็น

2.1.5.5 อัตราส่วนตรีโกณมิติ ความหมายของอัตราส่วนตรีโกณมิติ อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมแหลม การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไปใช้ในการแก้ปัญหา

ฝึกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ต่อไปนี้ 1) การแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2) การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย 3) การเชื่อมโยง เป็นการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาหรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง 4) การให้เหตุผล เป็นการให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ 5) การคิดสร้างสรรค์ เป็นการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

เพื่อให้นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้ 1) มีความเข้าใจหรือสร้างกรณีทั่วไปโดยใช้ความรู้ที่ได้จากการศึกษาตัวอย่างหลาย ๆ กรณี 2) สามารถใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตจริง 3) มีความมานะในการทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4) สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่างสมเหตุสมผล 5) ค้นหาลักษณะที่เกิดซ้ำ ๆ เพื่อประยุกต์ใช้หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

โดยเน้นการเรียนรู้ด้วยการทำงานหรือการทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดสมรรถภาพทั้งสามด้าน ซึ่งงานหรือกิจกรรมดังกล่าวเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้การเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่อง มีวิธีหรือทางเลือก

ในการดำเนินงานหรือการแก้ปัญหามีหลากหลาย เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของปัญหามีลักษณะปลายเปิด งานหรือกิจกรรมที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การพูด การเขียน การวาดภาพ งานหรือกิจกรรมมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

การวัดผลและประเมินผลมีแนวทางที่สำคัญดังนี้ ใช้วิธีการที่หลากหลาย และเหมาะสมและใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ กระทำอย่างต่อเนื่อง เช่น เมื่อต้องการวัดผลประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียนอาจใช้การทดสอบ การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด การทำใบกิจกรรม หรือการทดสอบย่อย เมื่อต้องการตรวจสอบพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อาจใช้การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การสัมภาษณ์โดยใช้คำถามสอดคล้องกับความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่ระบุไว้ตามตัวชี้วัดซึ่งกำหนดไว้ ดังนี้

โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 6 รหัสวิชา ค 23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต

**ตารางที่ 2.1** โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต

| หน่วยที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ | มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด | สาระสำคัญ | เวลา (ชั่วโมง) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร | ค 1.3<br>ม.3/3 | 1. แนะนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร<br>2. การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร<br>3. การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร | 12 |
| 2 | วงกลม | ค 2.2<br>ม.3/3 | 1. มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม<br>2. คอร์ดของวงกลม<br>3. เส้นสัมผัสวงกลม | 12 |
| 3 | พีระมิด กรวย และทรงกลม | ค 2.1<br>ม.3/1<br>ค 2.1<br>ม.3/2 | 1. ปริมาตรและพื้นที่ผิวของพีระมิด<br>2. ปริมาตรและพื้นที่ผิวของกรวย<br>3. ปริมาตรและพื้นที่ผิวของทรงกลม | 15 |

(ต่อ)

**ตารางที่ 2.1 (ต่อ)**

| หน่วยที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ | มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด | สาระสำคัญ | เวลา (ชั่วโมง) |
|---|---|---|---|---|
| 4 | ความน่าจะเป็น | ค 3.2 ม.3/2 | 1. โอกาสของเหตุการณ์<br>2. ความน่าจะเป็น | 8 |
| 5 | อัตราส่วนตรีโกณมิติ | ค 2.2 ม.3/2 | 1. ความหมายของอัตราส่วนตรีโกณมิติ<br>2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมแหลม<br>3. การนำค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหา | 10 |
| | รวม | | | 60 |

จากตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คือ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 12 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 คือ เรื่อง ความน่าจะเป็น จำนวน 12 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คือ เรื่อง พีระมิด กรวยและทรงกลม จำนวน 12 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 คือ เรื่อง ความน่าจะเป็น จำนวน 12 ชั่วโมง และหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 คือ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติจำนวน 12 ชั่วโมง

**2.1.6 ตัวชี้วัด**

ค 1.3 ม.3/3
ค 2.1 ม.3/1 ม.3/2
ค 2.2 ม.3/3
ค 3.2 ม.3/1 ม.3/2
รวมทั้งหมด 6 ตัวชี้วัด

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ข้างต้นประกอบด้วยความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คำอธิบายรายวิชาและตัวชี้วัด โดยมีการปรับปรุงให้มีความทันสมัย คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นและนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม มีเวลาเรียน 15 ชั่วโมง ประกอบด้วย ปริมาตรและพื้นที่ผิวของพีระมิด 5 ชั่วโมง ปริมาตรและพื้นที่ผิวของกรวย 5 ชั่วโมง และปริมาตรและพื้นที่ผิวขอทรงกลม 5 ชั่วโมง มาใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ โดยสร้างแบบทดสอบ

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้เป็นกรอบ และทิศทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพ ด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคม

## 2.2 การรู้เรื่องคณิตศาสตร์

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) เป็นส่วนหนึ่งในโครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) เรียกว่า โครงการ PISA (Programmed for International Student Assessment) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลการศึกษาภาคบังคับที่รัฐจัดให้แก่ประชาชน คือ ดูว่าระบบได้ให้การศึกษาเพื่อเตรียมตัวประชาชนให้มีความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการเป็นผู้ใหญ่ดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้ดีเพียงใด เพราะถือว่าการพัฒนาทางการศึกษาเป็นปัจจัยหลักของการพัฒนาและแข่งขันทางเศรษฐกิจ การประเมินโครงการของ PISA เป็นการหาตัวชี้วัดและป้อนข้อมูลคุณภาพการศึกษาให้กับประเทศสมาชิก OECD จึงเน้นการประเมินความรู้ทักษะที่จำเป็นสำหรับชีวิต โดยประเมินการรู้เรื่อง (Literacy) ซึ่ง PISA เป็นวิชาที่ตัวแทนของการวางรากฐานของการดำเนินชีวิต ได้แก่ การรู้เรื่องด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่เข้าร่วมโครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ ดังนั้นจึงควรศึกษาหาข้อมูลสารสนเทศที่จำเป็น นำข้อมูลดังกล่าวมาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของประเทศให้มีคุณภาพมากขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโครงการ PISA ประเทศไทย, 2557, น. 10)

### 2.2.1 ความหมายและความสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษากล่าวถึงความหมายและความสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังนี้

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (1999, p. 41) ได้กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นคำที่ใช้แทนคำว่า “ความรู้คณิตศาสตร์หมายถึงการรู้ และเข้าใจบทบาทคณิตศาสตร์ที่มีในโลกหรือในชีวิตจริงสามารถตัดสินปัญหาต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์และรู้จักใช้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาของตนเองและเตรียมพร้อมเป็นพลเมืองที่มีวิจารณญาณห่วงใยและสร้างสรรค์สังคมในอนาคต”

Devlin (2000, p. 24) กล่าวว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นทักษะชีวิตอย่างหนึ่งซึ่งเป็นพื้นฐานที่มีความจำเป็นเช่นเดียวกับการอ่านเขียนได้ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้และฝึกฝน

Bussiere (2001, p. 86) ได้กล่าวว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หมายถึงการนำเอาความรู้และทักษะคณิตศาสตร์มาใช้ในสถานการณ์ที่ท้าทายที่อาจพบในชีวิตจริงหรือบทบาทที่ต่างกันและในวิธีการที่ต่างกันซึ่งการที่จะใช้ความรู้และทักษะดังกล่าวได้ต้องมีพื้นฐานความรู้คณิตศาสตร์ การนำความรู้คณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การเป็นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และมีความมั่นใจในตนเอง

Martin (2007, p. 29) ได้กล่าวว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หมายถึงการที่บุคคลสามารถใช้คณิตศาสตร์ในการให้เหตุผลวิเคราะห์คิดหาวิธีและแก้ปัญหาในสถานการณ์ของโลกจริงบุคคลผู้รู้เรื่องคณิตศาสตร์ประชากรที่รอบรู้และเป็นผู้บริโภคที่ชาญฉลาดซึ่งมีความสามารถในการตีความและวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสารจำนวนมากที่ไหลบ่าเข้ามาสู่ชีวิตในแต่ละวันทั้งจากหนังสือพิมพ์โทรทัศน์และอินเตอร์เน็ต

Steen, et al. (2007, p. 289) ได้กล่าวว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไม่ได้ต้องการเนื้อหาที่พิเศษหรือแปลกใหม่ แต่ต้องการเลือกหาเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับบริบทเท่านั้นซึ่ง Steen and others อธิบายความหมายแตกต่างของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในโรงเรียนว่า “คณิตศาสตร์ในโรงเรียนเน้นการใช้คณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนในระดับเบื้องต้น แต่การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เน้นการใช้คณิตศาสตร์เบื้องต้นในระดับที่ซับซ้อน”

Yore, et al. (2007, p. 574) กล่าวว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มีความหมายมากกว่าการเข้าใจสาระสำคัญของคณิตศาสตร์ แต่เกี่ยวข้องกับการรู้หลักพื้นฐาน และความสามารถส่วนบุคคลในการใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์การสร้างความเข้าใจและการแก้ปัญหา

PISA (2012, p. 2) ได้กล่าวว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Process) ที่อธิบายสิ่งที่แต่ละคนทำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหากับคณิตศาสตร์แล้วนำไปสู่บริบทโลกชีวิตจริงที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือบริบท (Contexts) ที่ปัญหานั้นตั้งอยู่โดยเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ปริภูมิและรูปทรงสามมิติในการแก้ปัญหาเนื้อหาคณิตศาสตร์ (Content) นั้นเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดใช้และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายรวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

สุนีย์ คล้ายนิล (2549, น. 1) ได้กล่าวในหนังสือการเรียนรู้เพื่อโลกวันพรุ่งนี้ว่าการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ หมายถึง การคิดเลข และการทำโจทย์ปัญหาการรู้จักรูปคณิตศาสตร์หรือการจัดการกับข้อมูลคณิตศาสตร์ แต่หมายรวมถึงรู้ขอบเขตและข้อจำกัดของแนวคิดคณิตศาสตร์ สามารถติดตามและประเมินผล ข้อโต้แย้งเชิงคณิตศาสตร์ เสนอปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ เลือกวิธีนำเสนอสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ และสามารถตัดสินปัญหาบนพื้นฐานของคณิตศาสตร์

De Lange (2003, pp. 77-89) ได้กล่าวว่า สิ่งสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หมายถึง การรู้จักเลือกใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลายและการเรียนเรื่อง คณิตศาสตร์มีลักษณะที่ไม่เป็นแบบแผน แต่เป็นการหยั่งรู้ไม่เป็นนามธรรม แต่อิงบริบทไม่เน้นสัญลักษณ์แต่เน้นรูปแบบ

Hughes-Hallett (2003, p. 92) ได้กล่าวว่าความสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หมายถึงการที่จะสามารถเข้าใจโครงสร้างของคณิตศาสตร์ในบริบทได้นั้นจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยแม้ว่าความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์พื้นฐานจะไม่ได้เป็นเครื่องยืนยันถึงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แต่การขาดความรู้พื้นฐานนี้จะไม่ทำให้เกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้

Jeblenka (2003, pp. 84-90) ได้กล่าวว่าความสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หมายถึงเพื่อเป็นการพัฒนามนุษย์เน้นที่การใช้คณิตศาสตร์ในการแปลความและจัดการชีวิตประจำวันซึ่งแนวคิดหลักคือปัญหาในชีวิตประจำวันการทำงานรวมถึงปัญหาในระดับโลกและยังเป็นเอกลักษณ์

ทางวัฒนธรรมเป็นที่ยอมรับในประเทศที่กำลังพัฒนาซึ่งพบว่ามีความแตกต่างอย่างมากระหว่างคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนในโรงเรียนกับคณิตศาสตร์ที่นักเรียนใช้ในชีวิตประจำวันและในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

Steen, et al. (2007, p. 286) และ Watson (2002, p. 157) ได้กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นจุดมุ่งหมายหลักอย่างหนึ่งของการจัดการศึกษาในโรงเรียนยุคปัจจุบันการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนต้องมุ่งเน้นให้แก่นักเรียนเกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์นั้นคือสามารถเลือกและประยุกต์ใช้ความรู้และวิธีการที่มีความเหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายนอกโรงเรียนและเตรียมความพร้อมให้แก่นักเรียนทุกคนเพื่อการใช้ชีวิตในสังคมที่มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี

สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ (2549, น. 8-13) ได้กล่าวว่าความสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในหนังสือการเรียนรู้เพื่อโลกวันพรุ่งนี้ว่าในโลกปัจจุบันบุคคลต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการดำเนินชีวิตประจำวันความรู้และความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์ช่วยให้เข้าใจประเด็นหรือความจำเป็นต่าง ๆ อย่างมีความหมายและทำให้ภารกิจสำเร็จลุล่วงการขาดความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลอาจทำให้เกิดการตัดสินใจที่ผิดพลาดหรือสับสนในชีวิตการงานและชีวิตส่วนตัวเฉกเช่นผู้ตัดสินใจอย่างไร้ข้อมูลข่าวสาร

สรุปได้ว่าการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการเข้าใจบทบาทคณิตศาสตร์สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์แนวคิดคณิตศาสตร์ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาประยุกต์ใช้และแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆในชีวิตจริง เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเป็นพลเมือง ที่มีวิจารณญาณมีความมั่นใจในตนเองห่วงใยและสร้างสรรค์สังคมในอนาคต และมีความสำคัญในการพัฒนามนุษย์ให้สามารถตัดสินปัญหาต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์และรู้จักใช้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาของตนเองสามารถเลือกและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิธีการที่มีความเหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทำให้ภารกิจสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีตลอดจนเตรียมพร้อมเป็นพลเมืองที่มีวิจารณญาณห่วงใยและสร้างสรรค์สังคมในอนาคต

**2.2.2 องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์**

ได้มีนักการศึกษาและองค์กรกล่าวถึงองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

OECD (2003, pp. 30-48) กล่าวว่าองค์ประกอบในการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1. สถานการณ์หรือบริบทของปัญหา (Situations or Contexts) การใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แก่
    1.1 ชีวิตส่วนตัว
    1.2 ชีวิตในโรงเรียนชีวิตการทำงานและเวลาว่าง
    1.3 ชุมชนและท้องถิ่น
    1.4 ชุมชนในโลกวิทยาศาสตร์
2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ (Mathematical Content) ได้แก่

2.1 ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (Space and Shape) เรื่องของแบบรูป (Pattern) มีอยู่ทุกหนทุกแห่งในโลกแม้แต่การพูดดนตรีการจราจรการก่อสร้างศิลปะ ฯลฯ รูปร่างเป็นแบบรูปที่เห็น

ได้ทั่วไปเป็นต้นว่ารูปร่างของบ้าน โรงเรียน อาคาร สะพาน ถนน ผลึกดอกไม้ ฯลฯ แบบรูปเรขาคณิตเป็นตัวแบบ (Model) อย่างง่ายที่พบอยู่ในสิ่งต่างๆการศึกษาเรื่องของรูปร่างมีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับแนวคิดของเรื่องที่ว่างซึ่งต้องการความเข้าใจในเรื่องสมบัติของวัตถุ และตำแหน่งเปรียบเทียบของวัตถุเราต้องรู้ว่าเรามองเห็นวัตถุสิ่งของต่าง ๆ อย่างไร และทำไมเราจึงมองเห็นมันอย่างที่เราเห็นเราต้องเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างและภาพในความคิดหรือภาพที่เรามองเห็นเป็นต้นว่ามองเห็นความสัมพันธ์ของตัวเมืองจริงกับแผนที่รูปถ่ายของเมืองรวมทั้งความเข้าใจในรูปร่างที่เป็นสามมิติที่แสดงแทนออกมาในภาพสองมิติมีความเข้าใจในเรื่องของเงาและภาพที่มีความลึก (Perspective) และเข้าใจด้วยว่ามันทำงานอย่างไร

2.2 การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) โลกแสดงให้เราเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงมากมายมหาศาลและแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทั้งชั่วคราวและถาวรของการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติ (ตัวอย่าง เช่น มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตขณะเจริญเติบโตการหมุนเวียนของฤดูกาลการขึ้นลงของกระแสน้ำการเปลี่ยนแปลงของอวกาศการขึ้นลงของหุ้นการว่างงานของคน) การเปลี่ยนแปลงบางกระบวนการสามารถบอกได้หรือสร้างเป็นตัวแบบได้โดยตรงโดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากเป็นรูปของสมการหรืออสมการ แต่ความสัมพันธ์ในธรรมชาติอื่น ๆ ก็อาจเกิดขึ้นได้เช่นกันความสัมพันธ์หลายอย่างไม่สามารถใช้คณิตศาสตร์ได้โดยตรงต้องใช้วิธีการอื่น ๆ และจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อระบุถึงความสัมพันธ์

2.3 ปริมาณ (Quantity) จุดเน้นของเรื่องนี้คือการบอกปริมาณรวมทั้งความเข้าใจเรื่องของขนาด (เปรียบเทียบ) แบบรูปของจำนวนและการใช้จำนวนเพื่อแสดงปริมาณ และแสดงวัตถุต่าง ๆ ในโลกจริง ๆ ในเชิงปริมาณ (การนับและการวัด) นอกจากนี้ปริมาณยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการและความเข้าใจเรื่องจำนวนที่นำมาใช้ในเรื่องต่าง ๆ อย่างหลากหลาย

2.4 ความไม่แน่นอน (Uncertainty) เรื่องของความไม่แน่นอนเกี่ยวข้องกับสองเรื่องคือข้อมูลและโอกาสซึ่งเป็นการศึกษาทาง “สถิติ” และเรื่องของ “ความน่าจะเป็น” ข้อแนะนำสำหรับหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียนสำหรับประเทศสมาชิก OECD คือให้ความสำคัญกับเรื่องของสถิติและความน่าจะเป็นให้เป็นจุดเด่นมากกว่าที่เคยเป็นมาในอดีตเพราะว่าโลกปัจจุบันในยุคของ “สังคมข้อมูลข่าวสาร” ข้อมูลข่าวสารที่หลั่งไหลเข้ามาและแม้ว่าจะอ้างว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้องตรวจสอบได้ก็จริง แต่ในชีวิตจริงเราก็ต้องเผชิญกับความไม่แน่นอนหลายอย่างเช่นผลการเลือกตั้งที่ไม่คาดคิดการพยากรณ์อากาศที่ไม่เที่ยงตรงการล้มละลายทางเศรษฐกิจการเงินการพยากรณ์ต่าง ๆ ที่ผิดพลาดแสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของโลกคณิตศาสตร์ที่เข้ามามีบทบาทในส่วนนี้ คือ การเก็บข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูลการเสนอข้อมูลความน่าจะเป็นและการอ้างอิง (สถิติ) เนื้อหาคณิตศาสตร์ด้านดังกล่าวนี้ คือ จุดเน้นของ OECD/PISA ซึ่งอาจจะไม่ใช่จุดเน้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. สมรรถนะ (Competencies) ที่ควรได้รับการกระตุ้นให้สามารถเชื่อมโยงกับโลกจริงที่ปัญหาเกิดขึ้นซึ่งโครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552, น. 218-219) กล่าวว่าสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competencies) ประกอบด้วยสมรรถนะ 8 สมรรถนะ ดังนี้ การคิดเป็นคณิตศาสตร์ (Thinking Mathematically) การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (Posing and Solving Mathematical Problems)

การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Modeling Mathematical) เช่น การวิเคราะห์และการสร้างตัวแบบการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning Mathematically) การแสดงเครื่องหมายแทนวัตถุหรือสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ (Representing Mathematical Entities) การจัดการกับสัญลักษณ์และแบบแผนทางคณิตศาสตร์ (Handling Mathematical Symbols and Formalisms) การสื่อสารทางคณิตศาสตร์การสื่อสารด้วยคณิตศาสตร์ และการสื่อสารเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Communication with and about Mathematics) การใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Making use of aid and tools) รวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ

Jeblenka (2003, pp. 84-90) กล่าวว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 5 องค์ประกอบ ตามจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ดังนี้

1. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนามนุษย์เน้นที่การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแปลความและจัดการชีวิตประจำวันซึ่งแนวคิดหลักคือปัญหาในชีวิตประจำวันการทำงานรวมถึงปัญหาในระดับโลกเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ต้องการครอบคลุมถึงเนื้อหาคณิตศาสตร์ทั้งหมด

2. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อความเป็นเอกลักษณ์เน้นทางวัฒนธรรมเป็นที่ยอมรับในประเทศกำลังพัฒนาซึ่งพบว่ามีความแตกต่างอย่างมากระหว่างคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนในโรงเรียนกับคณิตศาสตร์ที่นักเรียนใช้ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันแนวคิดนี้สนับสนุนให้ความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่ไม่เป็นทางการในหลักสูตรให้มากขึ้นคณิตศาสตร์ที่ไม่เป็นทางการนี้คือการรู้เรื่องคณิตศาสตร์นั้นเอง

3. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการมองความเป็นจริงที่แตกต่างออกไปและเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์นำไปสู่ความเป็นประชากรที่มีความคิดคณิตศาสตร์ควรเน้นที่การพิจารณาประเด็นวิกฤติทางสังคมและการเมืองโดยเฉพาะในแง่มุมที่เกี่ยวข้องกับสถิติวิชาอื่น ๆ ควรนำมาเชื่อมโยง และใช้เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

4. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อความตระหนักในสิ่งแวดล้อมความคิดว่าคณิตศาสตร์ให้ประโยชน์แก่อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาชีวิตและความเป็นอยู่ของประชากรได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายทั่วโลก แต่บุคคลผู้สนับสนุนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อความตระหนักในสิ่งแวดล้อมเห็นว่าคณิตศาสตร์นำไปสู่เทคโนโลยีทางการทหารและมลพิษจำนวนมหาศาลจากโรงงานอุตสาหกรรมและต้องการนำคณิตศาสตร์ไปสู่การวิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับโลกในทุกกลุ่มคนให้ตระหนักในบทบาทของคณิตศาสตร์ประเด็นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพื่อสิ่งแวดล้อมหรือคณิตศาสตร์สีเขียวควรได้รับรู้ถึงเพื่อสร้างสรรค์และพัฒนา

5. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อการประเมินคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ถูกใช้โดยแพร่หลายในสังคมทั้งในการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนในการอภิปรายทางการเมืองเกี่ยวกับจำนวนตัวเลขในการนำเสนอโมเดลหรือแผนภาพในด้านเทคโนโลยีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในแนวคิดนี้รวมถึงการเรียนรู้เพื่อระบุประเมินคณิตศาสตร์และบทบาทของคณิตศาสตร์ในการเรียนคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการอภิปรายและการพูดคุยในชั้นเรียนคณิตศาสตร์

สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ (2549, น. 21-22) กล่าวว่าองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในรายงานการประเมิน PISA 2003 ว่าปัญหาที่ OECD / PISA ใช้ในการประเมินเป็นปัญหาที่มีอยู่

ในโลกของความเป็นจริงใช้ความคิดที่สูงขึ้นไปจากระดับการคิดคำนวณที่หาคำตอบเป็นตัวเลข แต่ให้นักเรียนรู้จักคิดใช้เหตุผลและหาคำอธิบายมาประกอบคำตอบของตนซึ่งปัญหาอาจไม่ดูเหมือนโจทย์คณิตศาสตร์แบบที่พบเห็นในหนังสือคณิตศาสตร์ แต่เป็นเรื่องที่นักเรียนอาจต้องพบในชีวิตจริงทั้งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตส่วนตัวการศึกษาการทำงานหรือประเด็นปัญหาสาธารณะมีขอบเขตการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้และด้านการบูรณาการความรู้และการให้เหตุผลโดยประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้เน้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้และความเข้าใจในการแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม

1.1 การเลือก (Select) เลือกกระบวนการในการนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

1.2 การอธิบาย (Represent) แสดงข้อมูลทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการอ้างอิง

1.3 รูปแบบ (Model) หรือสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

1.4 การนำไปปฏิบัติ (Implement) การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียนแสดงโดยการวาดภาพ

1.5 การแก้ปัญหาทั่วไป (Solve Routine Problems)

2. ด้านการบูรณาการความรู้และการใช้เหตุผลเป็นการแก้ปัญหา โดยการรวมเอาปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปัญหาที่ซับซ้อนและการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน

2.1 การวิเคราะห์ (Analyze) กำหนดและบรรยายหรือใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 การสรุป (Generalize) สรุปผลการคิดทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา

2.3 การสังเคราะห์ (Synthesize/Integrate) รวบรวมกระบวนการในการหาคำตอบ

2.4 การยืนยัน (Justify) ยืนยันคำตอบทั้งที่เป็นคำตอบที่ถูกและที่ผิด

2.5 การแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบ (Solve Non-routine Problems) การแก้ปัญหาที่มีการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

สรุปได้ว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการ คือ ด้านความรู้ซึ่งจะเน้นรายละเอียดในด้านความรู้ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงไปสู่การนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและด้านสมรรถนะ ได้แก่ การแก้ปัญหาในบริบทชีวิตจริง

**2.2.3 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์**

ได้มีนักการศึกษาและองค์กรกล่าวถึงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552, น. 218-219) กล่าวว่าสมรรถนะ (Competencies) ที่ควรได้รับการกระตุ้นให้สามารถเชื่อมโยงกับโลกจริงที่ปัญหาเกิดขึ้นประกอบด้วย 8 สมรรถนะ ดังนี้

1. การคิดเป็นคณิตศาสตร์ (Thinking mathematically)

1.1 การตั้งคำถามในเชิงคณิตศาสตร์และการรู้ลักษณะคำตอบของคณิตศาสตร์ซึ่งไม่จำเป็นต้องตอบคำถามได้หรือรู้คำตอบ

1.2 การเข้าใจและการจัดการกับขอบข่ายและข้อจำกัด ของมโนทัศน์ที่กำหนดให้

1.3 การขยายขอบข่ายมโนทัศน์หนึ่งโดยการทำให้สมบัติบางข้อของมโนทัศน์นั้นเป็นนามธรรมเช่นการวางนัยทั่วไปของผลลัพธ์เพื่อขยายขอบเขตของสิ่งนั้น

1.4 การแยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อความคิดคณิตศาสตร์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ข้อความเงื่อนไขข้อความที่มีตัวบ่งปริมาณสมมติฐานคำนิยามทฤษฎีการคาดเดา

2. การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (Posing and Solving Mathematical Problems)

2.1 การกำหนดปัญหาการตั้งปัญหาและการระบุปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ชนิดต่าง ๆ ทั้งในเชิงคณิตศาสตร์หรือเชิงประยุกต์ปัญหาปลายเปิดหรือปัญหาปลายปิด

2.2 การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ชนิดต่างๆในเชิงคณิตศาสตร์หรือเชิงปัญหาปลายเปิดหรือปัญหาปลายปิดทั้งที่ตั้งโดยผู้อื่นหรือด้วยตนเอง

3. การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Modeling Mathematical) เช่น การวิเคราะห์และการสร้างตัวแบบ

3.1 การวิเคราะห์หลักการพื้นฐานและสมบัติของตัวแบบที่มีอยู่ ได้แก่ ประยุกต์การประเมินขอบเขตและความตรงของตัวแบบ

3.2 การถอดรหัสตัวแบบที่มีอยู่เช่นการแปลความและการตีความส่วนประกอบของตัวแบบ

3.3 การนำเสนอการสร้างตัวแบบที่สอดคล้องกับบริบทที่กำหนดให้ ได้แก่ โครงสร้างการคิดในเชิงคณิตศาสตร์การทำงานกับตัวแบบในการแก้ปัญหาความตรงของตัวแบบทั้งภายใน และภายนอกการวิเคราะห์และสังเคราะห์ตัวแบบทั้งในตัวแบบเองและกับตัวแบบอื่นที่เป็นไปไม่ได้การสื่อสารเกี่ยวกับตัวแบบและผลของตัวแบบการตรวจสอบและควบคุมกระบวนการทั้งหมดในการสร้างตัวแบบ

4. การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning Mathematically)

4.1 การติดตามและประเมินข้อโต้แย้งของผู้อื่น

4.2 การรู้ว่าสิ่งใดเป็นการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์สิ่งใดไม่เป็นและรู้ว่าเป็นการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ต่างจากการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ชนิดอื่น ๆ อย่างไรเช่น ยุทธวิธีที่ใช้

4.3 การเปิดเผยความคิดที่เป็นพื้นฐานในการโต้แย้งที่กำหนดให้ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพิสูจน์) ได้แก่ การแยกแยะใจความสำคัญออกจากรายเอียด การแยกแยะความคิดออกจากหลักการ

4.4 การสร้างข้อโต้แย้งเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการและแปลงยุทธวิธีการโต้แย้งไปสู่การพิสูจน์ที่สมเหตุสมผล เช่นการพิสูจน์ข้อความ

5. การแสดงเครื่องหมายแทนวัตถุหรือสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ (Representing Mathematical Entities)

5.1 การเข้าใจและการใช้ประโยชน์ ได้แก่ การถอดรหัสการตีความ และการแยกแยะความแตกต่างของการแสดงเครื่องหมายแทนวัตถุปรากฏการณ์และสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ชนิดต่าง ๆ

5.2 การเข้าใจและการใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงเครื่องหมายแทนชนิดต่าง ๆ ของวัตถุและสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นสิ่งเดียวกัน ได้แก่ การรู้เกี่ยวกับจุดแข็งและข้อ จำกัด ของการแสดงเครื่องหมายแทนชนิดต่างๆนั้น

6. การจัดการกับสัญลักษณ์และแบบแผนทางคณิตศาสตร์ (Handling Mathematical Symbols and Formalisms)

6.1 การถอดรหัสและการตีความสัญลักษณ์และแบบแผนของภาษาทางคณิตศาสตร์และการเข้าใจความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์แบบแผนของภาษาทางคณิตศาสตร์กับภาษาธรรมดาคณิตศาสตร์ทั้งโครงสร้างไวยากรณ์และความหมาย

6.2 การเข้าใจธรรมชาติและกฎของระบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นแบบแผนสารสนเทศสัญลักษณ์และสูตร

6.3 การแปลความจากภาษาธรรมดาเป็นภาษาสัญลักษณ์

6.4 การควบคุมและการจัดการกับข้อความและคำบรรยายที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์และสูตร

7. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์การสื่อสารด้วยคณิตศาสตร์และการสื่อสารเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Communication with and about Mathematics)

7.1 การเข้าใจข้อความที่ผู้อื่นเขียนพูดในภาษาต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับ ๆ

7.2 การบรรยายเป็นคำพูดหรือรูปแบบของการเขียนได้อย่างถูกต้องตามทฤษฎีในระดับต่าง ๆ

8. การใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Making use of aid and tools) รวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ

8.1 การรู้จักและรู้สมบัติของตัวช่วยและเครื่องมือต่าง ๆ ในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์รู้ความแตกต่างข้อ จำกัด ของตัวช่วยและเครื่องมือดังกล่าว

8.2 สามารถใช้ตัวช่วยและเครื่องมือดังกล่าวได้อย่างไตร่ตรอง

สรุปได้ว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์หมายถึงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนสามารถคิดในเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ การคิดเป็นคณิตศาสตร์การสร้างข้อโต้แย้งการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การสร้างตัวแบบ การแสดงเครื่องหมายแทนวัตถุหรือสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ การจัดการกับสัญลักษณ์แบบแผนทางคณิตศาสตร์การใช้สัญลักษณ์ภาษาการดำเนินการ การใช้ตัวช่วยและเครื่องมือรวมถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

**2.2.4 การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์**

กระบวนการที่นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในความพยายามที่จะแก้ปัญหานั้นถือว่าเป็นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์สมรรถนะต่าง ๆ เหล่านี้จะสะท้อนถึงวิธีที่นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาการศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นการศึกษาสมรรถนะต่าง ๆ เหล่านี้ที่พึงบังเกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Kaiser and Willander (2005, pp. 48-50) กล่าวว่า จากการศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จำแนกการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มไม่มีการรู้เรื่อง (Illiteracy) กลุ่มการรู้เรื่องของแบบธรรมดา (Nominal Literacy) กลุ่มการรู้เรื่องในการนำไปใช้ (Functional Literacy)

กลุ่มการรู้เรื่องกรอบความคิดและกระบวนการ (Conceptual and Procedural) และกลุ่มการรู้เรื่องในหลายมิติ (Multidimensional Literacy) ดังปรากฏในตารางที่ 2.2

**ตารางที่ 2.2** กลุ่มของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์

| กลุ่ม | คำอธิบาย |
|---|---|
| การรู้เรื่อง (Illiteracy) | ไม่มีความรู้พื้นฐานของกรอบความคิด และวิธีการทางคณิตศาสตร์ |
| การรู้เรื่องธรรมดา (Nominal Literacy) | มีความเข้าใจเพียงเล็กน้อยทางคณิตศาสตร์ ในการอธิบายทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ และยังมีความเข้าใจที่ผิดพลาด |
| การรู้เรื่องในการนำไปใช้ (Functional Literacy) | สามารถใช้กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาง่าย ๆ แต่มีข้อ จำกัด ในเนื้อหาบางประเภท และขาดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง |
| การรู้เรื่องกรอบแนวคิด และกระบวนการหน่วยการเรียนรู้ (Conceptual and Procedural) | เข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการสำคัญของแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ |
| การรู้เรื่องในหลายมิติ (Multidimensional) | สามารถเข้าใจบริบทแวดล้อมของคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ เช่น มิติด้านปรัชญาประวัติศาสตร์และสังคม |

จากตารางที่ 2.2 พบว่ากลุ่มของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์จำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มไม่มีการรู้เรื่อง (Illiteracy) กลุ่มการรู้เรื่องแบบธรรมดา (Nominal literacy) กลุ่มการรู้เรื่องในการนำไปใช้ (Functional literacy) กลุ่มการรู้เรื่องกรอบความคิดและกระบวนการหน่วยการเรียนรู้ (Conceptual and procedural) กลุ่มการรู้เรื่องในหลายมิติ (Multidimensional literacy)

สำหรับกลุ่มของสมรรถนะในการแก้ปัญหานั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 36-37) กล่าวว่า PISA ไม่ได้ต้องการที่จะสร้างข้อสอบเพื่อวัดสมรรถนะต่าง ๆ เฉพาะแต่ละสมรรถนะโดยลำพังเพราะสมรรถนะของคนไม่ใช่สิ่งที่จะแยกออกมาวัดได้โดด ๆ แต่ในการแสดงความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่งอาจมีหลายสมรรถนะซ้อนกันอยู่ดังนั้น PISA จึงไม่ได้วัดสมรรถนะโดด ๆ แต่ในการตอบข้อสอบนักเรียนจำเป็นต้องมีและสามารถใช้สมรรถนะดังกล่าวแต่อาจจะใช้หลายสมรรถนะหรือเรียกว่ากลุ่มของสมรรถนะในการแก้ปัญหาซึ่งรวมไว้เป็นสามกลุ่มคือ

1. การทำใหม่ (Reproduction) หมายถึงการทำโจทย์หรือการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยหรือคล้ายคลึงกับตัวอย่างหรือสถานการณ์เดิม แต่มีการเปลี่ยนตัวแปรบางตัวไป
2. การเชื่อมโยง (Connection) หมายถึงการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ ๆ เพื่อสร้างความเข้าใจและแก้ปัญหาใหม่ที่ไม่คุ้นเคย

3. การสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Reflection and Communication) ได้แก่ การคิดทบทวนกลับไปกลับมาเพื่อสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนสร้างคำอธิบายหรือลงข้อสรุปของปัญหาพร้อมทั้งสามารถอธิบายหรือสื่อสารให้เป็นที่เข้าใจได้ดังปรากฏในภาพที่ 2.1




**ภาพที่ 2.1** กลุ่มสมรรถนะของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 2.1 พบว่าสมรรถนะการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จำแนกออกเป็นสามกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มการทำใหม่กลุ่มการเชื่อมโยงและกลุ่มการสะท้อนแต่ละกลุ่มมีทักษะกระบวนการที่แตกต่างกัน

สรุปได้ว่าการศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หมายถึงกระบวนการในการวัดสมรรถนะด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในการที่นักเรียนจะนำทักษะและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พบในชีวิตประจำวัน

**2.2.5 ระดับความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์**

ระดับความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญในการศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ นักเรียนสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, น. 23-25) ได้จำแนกระดับความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ออกเป็น 6 ระดับ ดังปรากฏในตารางที่ 2.3

**ตารางที่ 2.3** ระดับความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA

| ระดับ | นักเรียนทำอะไรได้บ้าง |
|---|---|
| 6 | ระดับที่ 6 นักเรียนสามารถ<br>- ใช้สาระและข้อมูลที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบของตนเองนำมาลงเป็นข้อสรุป และสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์และแบบจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนออกมาสร้างเป็นตัวแบบคณิตศาสตร์ได้ |

(ต่อ)

**ตารางที่ 2.3 (ต่อ)**

| ระดับ | นักเรียนทำอะไรได้บ้าง |
|---|---|
| 5 | ระดับที่ 5 นักเรียนสามารถ<br>- สร้างตัวแบบและใช้ตัวแบบในเรื่องที่มีความซับซ้อนสามารถระบุบอกข้อ จำกัด และข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้น ๆ สามารถเลือกเปรียบเทียบและประเมินกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนซึ่งสัมพันธ์กับตัวแบบ<br>- ใช้ทักษะความคิดและทักษะการใช้เหตุผลสามารถเชื่อมโยงการนำเสนอเสนอรูปแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์และลักษณะของโจทย์คณิตศาสตร์และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้าที่เป็นส่วนประกอบของสถานการณ์<br>- คิดวิเคราะห์การทำงานของตนและสามารถสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์<br>- สื่อสารถึงการแปลความตีความและการใช้เหตุผลของตนได้ |
| 4 | ระดับ 4 นักเรียนสามารถ<br>- ทำโจทย์ที่มีวิธีการที่บอกไว้ชัดเจนและเป็นสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมที่ค่อนข้างซับซ้อนซึ่งอาจมีข้อ จำกัด บ้างหรือต้องมีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นบ้าง<br>- เลือกและผสมผสานรูปแบบต่างๆที่มีให้รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ด้วย โดยนำมาเชื่อมโยงโดยตรงกับสถานการณ์ในโลกจริง<br>- ใช้ทักษะคณิตศาสตร์ที่พัฒนาแล้วและสามารถใช้เหตุผลอย่างยืดหยุ่นได้และมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในสถานการณ์นั้น ๆ ได้ดี<br>- สร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความการโต้แย้งและการกระทำของตน |
| 3 | ระดับที่ 3 นักเรียนสามารถ<br>- ทำโจทย์ที่มีวิธีการที่บอกไว้ชัดเจนรวมทั้งโจทย์ที่ตัดสินใจเลือกลำดับขั้นตอนด้วย<br>- เลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา<br>- แปลความและใช้สถานการณ์ที่นำเสนอมาจากหลายแหล่งหล่งและสามารถให้เหตุผลได้ตามแหล่งที่มานั้น ๆ สามารถสร้างคำอธิบายหรือรายงานการตีความแปลความนั้น ๆ<br>- แสดงการใช้เหตุผลและสามารถบอกสื่อสารผลที่เกิดขึ้น |
| 2 | ระดับที่ 2 นักเรียนสามารถ<br>- ตีความและรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อนที่ต้องการการอ้างอิงไม่เกินสองตัว<br>- สกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียวและสามารถใช้สถานการณ์ใช้สถานการณ์ที่นำเสนออย่างง่ายขั้นเดียวนักเรียนระดับนี้<br>- ใช้วิธีการคิดสูตรคณิตศาสตร์วิธีการหรือข้อตกลงเบื้องต้นสามารถใช้เหตุผลตรงไปตรงมาและมีความผลที่พบอย่างตรงไปตรงมา |
| 1 | ระดับที่ 1 นักเรียนสามารถ<br>- ตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่คุ้นเคยหรือที่มีข้อมูลที่ชัดเจนได้และคำถามต้องถามอย่างชัดเจน |

(ต่อ)

**ตารางที่ 2.3 (ต่อ)**

| ระดับ | นักเรียนทำอะไรได้บ้าง |
|---|---|
| | - ระบุสาระที่ต้องการและสามารถทำโจทย์แบบเดิม ๆ ที่คุ้นเคยที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน<br>- ทำโจทย์ตามตัวอย่างที่กำหนดให้ได้ |

หมายเหตุ: ถ้านักเรียนไม่สามารถปฏิบัติภารกิจในระดับ 1 จะถูกจัดในกลุ่มระดับต่ำกว่า 1

จากตารางที่ 2.3 พบว่าระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 6 ระดับ แต่ละระดับระบุไว้ชัดเจนว่านักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้างสถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (2557, น. 30-32) ได้กำหนดเกณฑ์การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามกรอบความคิดของ PISA เรียงจากพฤติกรรมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับสูงไปต่ำดังนี้

1. สามารถใช้สาระและข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบของตนเองนำมาลงเป็นข้อสรุปและสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์และจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนออกมาสร้างเป็นตัวแบบคณิตศาสตร์ได้มหาสารคาม

2. สามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ หรือจากการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ นำมาเชื่อมโยงระหว่างกันได้

3. สามารถใช้เหตุผลและใช้ความคิดระดับสูงในเชิงคณิตศาสตร์สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ และสามารถเข้าใจและปฏิบัติภารกิจทางคณิตศาสตร์

4. สามารถสร้างวิธีการคิดหรือกลยุทธ์ใหม่ในการจัดการกับปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่เคยพบมาก่อน

5. สามารถสร้างสูตรคณิตศาสตร์จากแนวคิดหรือข้อมูลที่มี

6. สามารถสื่อสารได้อย่างถูกต้องแม่นยำเพื่อบอกถึงสิ่งที่ตนพบตีความแปลความโต้แย้งและอธิบายความสอดคล้องเหมาะสมของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้กับสถานการณ์ที่เป็นมาตั้งแต่ต้น

7. สามารถสร้างตัวแบบและใช้ตัวแบบในเรื่องที่มีความซับซ้อนสามารถระบุบอกข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้น ๆ สามารถเลือกเปรียบเทียบและประเมินกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนที่สัมพันธ์กับตัวแบบ

8. สามารถใช้ทักษะการคิดและทักษะการใช้เหตุผลการเชื่อมโยงการนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์และลักษณะของโจทย์คณิตศาสตร์และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับสิ่งเร้าที่เป็นส่วนประกอบของสถานการณ์

9. สามารถคิดวิเคราะห์การทำงานของตนสามารถสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์

10. สามารถสื่อสารถึงการแปลความตีความและการใช้เหตุผลของตนได้

11. สามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีตัวแบบชัดเจนและเป็นสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมที่ค่อนข้างซับซ้อนซึ่งอาจมีข้อ จำกัด บ้างหรือต้องมีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นบ้าง

12. สามารถเลือกและผสมผสานรูปแบบต่าง ๆ ที่มีให้รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ด้วยโดยนำมาเชื่อมโดยตรงกับสถานการณ์ในโลกจริง

13. สามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนามาแล้วและสามารถใช้เหตุผลอย่างยืดหยุ่นได้และมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในสถานการณ์นั้น ๆ ได้ดี

14. สามารถสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความการโต้แย้งและการกระทำของตน

15. สามารถทำโจทย์ที่มีวิธีการบอกไว้อย่างชัดเจนรวมทั้งโจทย์ที่ตัดสินใจเลือกลำดับขั้นตอนด้วย

16. สามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา

17. สามารถแปลความและใช้สถานการณ์ที่นำเสนอมาจากหลายแหล่งและสามารถให้เหตุผลได้ตามแหล่งที่มีนั้น ๆ สามารถสร้างคำอธิบายหรือรายงานการตีความแปลความนั้น ๆ

18. สามารถแสดงการใช้เหตุผลได้และสามารถบอกสื่อสารผลที่เกิดขึ้น

19. สามารถตีความและรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อนที่ต้องการการอ้างอิงไม่เกินสองตัวแปร

20. สามารถสกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียวและสามารถใช้สถานการณ์ที่นำเสนออย่างง่ายชั้นเดียว

21. สามารถใช้วิธีการคิดสูตรคณิตศาสตร์วิธีการหรือข้อตกลงเบื้องต้นสามารถใช้เหตุผลตรงไปตรงมาและมีความผลที่พบอย่างตรงไปตรงมา

22. สามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่คุ้นเคยที่มีข้อมูลชัดเจนให้และคำถามต้องถามอย่างชัดเจน

23. สามารถระบุสาระที่ต้องการและสามารถทำโจทย์แบบเดิมที่คุ้นเคยที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน

24. สามารถทำโจทย์ตามตัวอย่างที่กำหนดให้ได้

จากการที่สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติได้จำแนกพฤติกรรมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับสูงไปต่ำได้ 24 ข้อ แต่ละพฤติกรรมจัดกลุ่มเป็น 6 ระดับ และระบุคะแนนการสอบของแต่ละระดับ ปรากฏดังตารางที่ 2.4

**ตารางที่ 2.4** จำแนกพฤติกรรมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 6 ระดับ

| ระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ | พฤติกรรม |
|---|---|
| ระดับ 6 | ข้อ 1,2,3,4,5,6 |
| ระดับ 5 | ข้อ 7,8,9,10 |
| ระดับ 4 | ข้อ 11,12,13,14 |
| ระดับ 3 | ข้อ 15,16,17,18 |
| ระดับ 2 | ข้อ 19,20,21 |
| ระดับ 1 | ข้อ 22,23,24 |

หมายเหตุ: ถ้านักเรียนไม่สามารถแสดงพฤติกรรมที่ระดับ 1 ได้จะถูกจัดกลุ่ม ระดับต่ำกว่า 1

จากตารางที่ 2.4 พบว่าพฤติกรรมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำแนกออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้ ระดับ 6 คือ ความสามารถใช้สาระและข้อมูลเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ สามารถใช้เหตุผลและใช้ความคิดระดับสูงในเชิงคณิตศาสตร์สามารถสร้างวิธีการคิดหรือกลยุทธ์ใหม่ในการจัดการกับปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่เคยพบมาก่อนสามารถสร้างสูตรคณิตศาสตร์จากแนวคิดหรือข้อมูลที่มีสามารถสื่อสารตีความแปลความโต้แย้งระดับ 5 คือ ความสามารถสร้างตัวแบบและใช้ตัวแบบในเรื่องที่มีความซับซ้อนและประเมินกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนที่สัมพันธ์กับตัวแบบสามารถใช้ทักษะการคิดและทักษะการใช้เหตุผลการเชื่อมโยงการนำเสนอรูปแบบต่างๆสามารถคิดวิเคราะห์การทำงานของตนสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์สามารถสื่อสารถึงการแปลความตีความและการใช้เหตุผลของตนได้ระดับ 4 คือ ความสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีตัวแบบชัดเจนและเป็นสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมที่ค่อนข้างซับซ้อนสามารถเลือกและผสมผสานรูปแบบต่าง ๆ ที่มีให้รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ด้วยโดยนำมาเชื่อมโดยตรงกับสถานการณ์ในโลกจริงสามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนามาแล้วและสามารถใช้เหตุผลอย่างยืดหยุ่นได้สามารถสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานฐานของการแปลความระดับ 3 คือความสามารถทำโจทย์ที่มีวิธีการบอกไว้อย่างชัดเจนสามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหาสามารถแปลความและใช้สถานการณ์ที่นำเสนอมาจากหลายแหล่งสามารถแสดงการใช้เหตุผลได้และสามารถบอกสื่อสารผลที่เกิดขึ้นระดับ 2 คือความสามารถตีความและรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อนสามารถสกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียวสามารถใช้วิธีการคิดสูตรคณิตศาสตร์วิธีการหรือข้อตกลงเบื้องต้นสามารถใช้เหตุผลตรงไปตรงมาและมีความผลที่พบอย่างตรงไปตรงมาและระดับ 1 คือ ความสามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่คุ้นเคยที่มีข้อมูลชัดเจนให้และคำถามต้องถามอย่างชัดเจนสามารถระบุสาระที่ต้องการและสามารถทำโจทย์แบบเดิมที่คุ้นเคย ที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน

สรุปได้ว่าเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการในการวัดสมรรถนะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในการที่นักเรียนจะนำทักษะและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พบในชีวิตประจำวันโดยแบ่งออกตามระดับความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ซึ่งแต่ละระดับจะบอกถึงพฤติกรรมในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

**ตารางที่ 2.5** ระดับความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ Kaiser

| ระดับ | คำอธิบาย |
|---|---|
| ไม่มีการรู้เรื่อง (Illiteracy) | ไม่มีความรู้พื้นฐานของกรอบความคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ |
| การรู้เรื่องแบบธรรมดา (Nominal Literacy) | มีความเข้าใจเพียงเล็กน้อยทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์และยังมีความเข้าใจที่ผิดพลาด |
| การรู้เรื่องในการนำไปใช้ (Functional Literacy) | สามารถใช้กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาง่าย ๆ แต่มีข้อจำกัดในเนื้อหาบางประเภท และขาดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง |

(ต่อ)

**ตารางที่ 2.5 (ต่อ)**

| ระดับ | คำอธิบาย |
|---|---|
| การรู้เรื่องกรอบความคิดและกระบวนการ (Conceptual and Procedural Literacy) | เข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการสำคัญของแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ |
| การรู้เรื่องในหลายมิติ (Multidimensional Literacy) | เข้าใจบริบทแวดล้อมของคณิตศาสตร์สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้เช่นมิติด้านปรัชญาประวัติศาสตร์และสังคม |

จากตารางที่ 2.5 พบว่าระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ Kaiser มี 5 ระดับ คือไม่มีการรู้เรื่องการรู้เรื่องแบบธรรมดาการรู้เรื่องในการนำไปใช้การรู้เรื่องกรอบความคิดกระบวนการและการรู้เรื่องในหลายมิติสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, น. 23-25) ได้นำคะแนนสอบ PISA จัดกลุ่มเป็นระดับความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จำแนกออกเป็น 6 ระดับ โดยที่ลักษณะของนักเรียนถือได้ว่ามีความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ระดับ 1 ถึงระดับ 6 ปรากฏดังตารางที่ 2.3 มหาสารคามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (2551, pp. 23-25) ได้นำคะแนนสอบ PISA จัดเป็นระดับความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จำแนกออกเป็น 6 ระดับ โดยที่ลักษณะของนักเรียนถือได้ว่ามีความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 1 ถึงระดับ 6

**2.2.6 การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์**

ได้มีองค์กรทางการศึกษาและนักการศึกษากล่าวถึงการประเมินผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, น. 9) กล่าวว่า การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมินผลของ OECD/PISA เน้นที่การประเมินนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ว่ามีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใดนั่นคือสามารถนำฐานความรู้คณิตศาสตร์มาใช้และเผชิญหน้ากับปัญหาในโลกจริงได้เพียงใดขอบเขตของคณิตศาสตร์ครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Process) ที่อธิบายสิ่งที่แต่ละคนทำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหากับคณิตศาสตร์แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหา
2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ (Content) ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
3. สถานการณ์หรือบริบท (Contexts) ที่ปัญหานั้นตั้งอยู่

การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ OECD / PISA ก็เพื่อจะศึกษาว่าเยาวชนอายุ 15 ปี จะสามารถเป็นประชาชนที่รับรู้สาระมีข้อมูลข่าวสารและเป็นผู้บริโภคที่ฉลาดเพียงใดพลเมืองของทุกชาติในปัจจุบันจะต้องเผชิญกับภารกิจที่ต้องใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นต้นว่าการรับรู้ข่าวสารทุกวันนี้เต็มไปด้วยสาระในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งในรูปตารางแผนผังกราฟทั้งในเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับดินฟ้าอากาศเศรษฐกิจการแพทย์การกีฬา ฯลฯ ประชาชนถูกโหมด้วยสาระในประเด็นต่าง ๆ เป็นต้นว่าก๊าซเรือนกระจกและโลกร้อนการเพิ่มขึ้นของประชากรการลดลงของอาหารป่าไม้ชีวิตชนบท

ที่สูญหายไปนอกจากนี้ประชาชนยังต้องอ่านสิ่งต่าง ๆ เป็นต้นว่าแบบฟอร์มกำหนดการตารางเวลา ตารางค่าโดยสารรถไฟการแลกเปลี่ยนเงินและการคิดราคาเพื่อที่จะให้การซื้อแต่ละครั้งได้ประโยชน์สูงสุดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ OECD / PISA จึงให้จุดเน้นที่สมรรถนะของเยาวชนอายุ 15 ปี ในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์และความเข้าใจเพื่อช่วยให้เข้าใจประเด็นหรือความจำเป็นต่าง ๆ มีความหมายและทำให้ภารกิจนั้น ๆ สำเร็จลุล่วงไปและได้มีนักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษากล่าวถึงการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

Steen and others (2007, pp. 289-290) กล่าวว่าการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นภาระงานทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพสูงต้องเป็นจริง (Authentic) มีความซับซ้อน (Intricate) น่าสนใจ (Interesting) และมีพลังอำนาจ (Powerful) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้เป็นจริง (Authentic) แสดงถึงบริบทที่พบโดยทั่วไปเป็นปัญหาที่เป็นจริงใช้ข้อมูลจริงซึ่งข้อมูลอาจไม่ครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่สอดคล้องกันต้องสนองความคาดหวังของผู้ใช้งานคณิตศาสตร์ใช้ปัจจัยป้อนเข้าและผลลัพธ์ที่เป็นจริง ซึ่งทั้งหมดนี้สะท้อนถึงการบูรณาการคณิตศาสตร์และการประยุกต์ให้มีความซับซ้อน (Intricate) คาดหวังให้นักเรียนระบุคำถามที่ถูกต้องต้องการมากกว่าการแทนค่าลงในสูตรใช้กระบวนการหลายขั้นตอนและการใช้เหตุผลกระตุ้นการคิดที่ซับซ้อนให้นักเรียนเผชิญกับข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่สอดคล้องกันและสร้างคุณค่าของการทำงานเป็นทีมน่าสนใจ (Interesting) สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียนดึงดูดนักเรียนได้จำนวนมากให้แนวทางที่หลากหลายมีความเชื่อมโยงในแง่มุมต่าง ๆ ของชีวิตและการทำงานอย่างกว้างขวางมีพลังอำนาจ (Powerful) กระตุ้นและเชื่อมโยงแผนภูมิจำนวนสัญลักษณ์ข้อความและเทคโนโลยีบูรณาการในแนวตั้งจากความคิดพื้นฐานไปจนถึงหัวเรื่องขั้นสูงส่งเสริมคณิตศาสตร์ขั้นสูงให้แก่นักเรียนขยายความคิดทางคณิตศาสตร์คุณค่า และการใช้งานคณิตศาสตร์ให้แก่นักเรียนแสดงถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ในการทำงานยุคปัจจุบันที่มีความก้าวหน้าและในประจำวัน

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2012, p. 2) กล่าวว่าการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นคุณลักษณะของนักเรียนที่มีความแตกต่างกันในบริบทด้านครอบครัววัฒนธรรมภูมิศาสตร์และคุณภาพของโรงเรียนซึ่งการประเมินคุณลักษณะจะตรงกันข้ามกับมาตรฐานของหลักสูตรที่แต่ละประเทศได้กำหนดไว้ทั้งนี้เพราะว่านักเรียนแต่ละคนจะเติบโตเป็นผู้ใหญ่ในอนาคตเขาเหล่านั้นจะเผชิญสิ่งที่ท้าทายและการแข่งขันสำหรับการเข้าทำงานประเภทเดียวกันในประเทศของตน แต่ปัจจุบันเศรษฐกิจระดับโลกจะเข้ามามีส่วนทำให้การเทียบมาตรฐานทางการศึกษาในระดับชาติเพียงอย่างเดียวนั้นต้องเปลี่ยนแปลงไปโดยต้องเทียบกับมาตรฐานระดับนานาชาติปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อผลการสอบของนักเรียน เช่น ความมั่งคั่งของประเทศที่สามารถจัดสรรงบประมาณด้านการศึกษาได้มากกว่าประเทศที่มีรายได้ต่ำการศึกษาของผู้ปกครองที่อยู่ในระดับสูงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการศึกษาของบุตรเป็นต้นการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นการประเมินสมรรถนะของบุคคลในการที่จะบ่งบอกและเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลกเพื่อให้สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่เข้มแข็งและเพื่อใช้ และผูกพันกับคณิตศาสตร์ที่จะตอบสนองความจำเป็นต่อชีวิตของแต่ละบุคคลในอันที่จะเป็นพลเมืองที่มีความคิดมิความห่วงใยและสร้างสรรค์สังคม

OECD (2013, pp. 38-39) กล่าวว่าการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์และได้จำแนกคะแนนออกเป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มกระบวนการ (Process Category) กลุ่มเนื้อหา (Content Category) และกลุ่มบริบท (Context Category) หรือสถานการณ์ปัญหาดังปรากฏในตารางที่ 5, 6 และตารางที่ 2.7

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (process) นิยามของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์คือความสามารถของแต่ละบุคคลในการคิดการใช้และการตีความคณิตศาสตร์สามคำนี้มีประโยชน์และมีความสำคัญต่อการจัดการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าแต่ละคนสามารถเชื่อมโยงบริบทของปัญหากับคณิตศาสตร์และแก้ปัญหาได้อย่างไรสำหรับ PISA 2012 กระบวนการทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ ได้แก่ การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์การใช้แนวคิดข้อเท็จจริงวิธีดำเนินการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการตีความการประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์นิยามของคำว่าการคิดในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถของแต่ละบุคคลในการรู้และบอกโอกาสในการใช้คณิตศาสตร์แล้วกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ให้กับปัญหาที่พบในสถานการณ์สำหรับกระบวนการของการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์คือการที่บุคคลตัดสินใจได้ว่าส่วนใดที่เขาสามารถดึงคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปใช้ในการวิเคราะห์สร้างแนวทางและนำไปแก้ปัญหาโดยบุคคลเหล่านี้สามารถแปลงปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์และกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์การแสดงเครื่องหมายแทนและลักษณะจำเพาะให้กับปัญหาในโลกชีวิตจริงซึ่งสามารถให้เหตุผลตั้งสมมติฐานและพิจารณาข้อ จำกัด ได้อย่างสมเหตุสมผล

1.2 การใช้แนวคิดข้อเท็จจริงวิธีดำเนินการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นิยามของคำว่าการใช้ในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถของแต่ละบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ข้อเท็จจริงวิธีดำเนินการและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ในกระบวนการการใช้แนวคิดข้อเท็จจริงวิธีดำเนินการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาซึ่งเป็นกระบวนการที่แต่ละคนแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์และค้นหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น แสดงการคำนวณเลขคณิตการแก้สมการการอนุมานเชิงตรรกศาสตร์จากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์การใช้เชิงสัญลักษณ์การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากตารางและกราฟการแสดงแทน และการจัดการกับรูปร่างและรูปทรงและการวิเคราะห์ข้อมูลนักเรียนพยายามสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ปัญหาสร้างกฎเกณฑ์ระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

1.3 การตีความการประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์นิยามของคำว่าตีความในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มุ่งเน้นไปที่ความสามารถของแต่ละบุคคลในการสะท้อนวิธีแก้ปัญหาผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริงซึ่งรวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับไปที่บริบทของปัญหาและตัดสินว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นเหตุเป็นผลและเข้ากันได้กับบริบทของปัญหาหรือไม่บุคคลที่ใช้กระบวนการนี้อาจสร้างและสื่อสารคำอธิบายหรือข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา และการสะท้อนทั้งกระบวนการสร้างแบบจำลองและผลที่ได้กระบวนการประเภทนี้รวมตีความและประเมินไว้ด้วยกัน

**ตารางที่ 2.6** สัดส่วนของคะแนนกลุ่มกระบวนการ

| กลุ่มกระบวนการ | ร้อยละของคะแนน |
|---|---|
| การสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ | ร้อยละ 25 |
| การใช้แนวคิด ข้อเท็จจริง กระบวนการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ | ร้อยละ 50 |
| การแปลความ การประยุกต์และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ | ร้อยละ 25 |

จากตารางที่ 2.6 พบว่าสัดส่วนของคะแนนกลุ่มกระบวนการสามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มกระบวนการสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ร้อยละของคะแนนประมาณร้อยละ 25 กลุ่มการใช้แนวคิดข้อเท็จจริงกระบวนการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ร้อยละของคะแนนประมาณร้อยละ 50 กลุ่มการแปลความการประยุกต์และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ร้อยละของคะแนนประมาณร้อยละ 25

2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ (Content) เนื่องจาก PISA ไม่ได้วัดความรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ข้อสอบจึงไม่สร้างตามหัวข้อเนื้อหา แต่สร้างขึ้นบนพื้นฐานของบริบทที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ตั้งขึ้นและออกแบบให้ครอบคลุมสาระตามแนวคณิตศาสตร์เป็นเรื่อง ๆ ซึ่งจำแนกไว้เป็นสี่ด้าน ได้แก่ ปริมาณความไม่แน่นอนและข้อมูลการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์และปริภูมิ และรูปทรง ทั้งนี้โดยพิจารณาให้ข้อสอบมีสัดส่วนเท่า ๆ กันและพิจารณาถึงความเหมาะสมกับนักเรียนอายุ 15 ปี โดยแต่ละด้านมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ปริมาณ (Quantity) เป็นคณิตศาสตร์ที่ต้องพบเห็นและเกี่ยวข้องมากที่สุด ความเกี่ยวข้องกับปริมาณรวมถึงความเข้าใจในเรื่องการวัดการนับขนาดของปริมาณหน่วยดัชนีขนาดเปรียบเทียบและแบบรูปและแนวโน้มของจำนวนในด้านความเป็นเหตุผลทางปริมาณ เช่น ความรู้สึกเชิงจำนวนการใช้ตัวแทนแบบพหุคูณการคำนวณอย่างคล่องการคิดคำนวณในใจการประมาณการและการประเมินความสมเหตุสมผลล้วนแล้วแต่เป็นแง่มุมของคณิตศาสตร์ด้านปริมาณการใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนที่เหมาะสมจะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ตรงไปตรงมาที่กลับกันหรือที่ต้องการเรื่องของสัดส่วนมาใช้สามารถประมาณอัตราของการเปลี่ยนแปลงและบอกเหตุผลในการเลือกใช้ข้อมูลและระดับของความถูกต้องที่ต้องการสำหรับเรื่องหนึ่ง ๆ สามารถเลือกวิธีการและลำดับขั้นตอนเพื่อแสดงว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้นและมีกรณีใดบ้างที่ทำไม่ได้สามารถสร้างตัวแบบของวิธีการที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาที่ใช้ข้อมูลจากที่มีอยู่ในโลก

2.2 ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data) ไม่ว่าจะเป็น เรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือในชีวิตประจำวันคนเราจะต้องเกี่ยวข้องกับความไม่แน่นอนอยู่เสมอความไม่แน่นอนจึงเป็นหัวใจสำคัญของการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ในปัญหาและทฤษฎีทางสถิติและความน่าจะเป็นตลอดจนเทคนิควิธีของการนำเสนอและการบรรยายก็ถูกนำมาใช้เพื่อจัดการกับเรื่องนี้สาระเนื้อหาของเรื่องความไม่แน่นอนและข้อมูลรวมความถึงการรับรู้ที่มีความแปรปรวนในกระบวนการมีความรู้สึกเชิงปริมาณของความแปรปรวนการยอมรับความไม่แน่นอนและความผิดพลาดของการวัดและการรับรู้เรื่องของโอกาสที่จะเป็นไปได้นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการสร้างการตีความและการประเมินข้อสรุปที่มาจากสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนปรากฏการณ์ที่มีอยู่เสมอในการวิเคราะห์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในทางวิทยาศาสตร์ก็มีความไม่แน่นอนเป็นหัวใจ

เช่นกันจะเห็นว่าการพยากรณ์ทางวิทยาศาสตร์เช่นการพยากรณ์อากาศหรือการพยากรณ์ทางเศรษฐกิจการเงินการพยากรณ์ต่าง ๆ ที่อาจมีข้อผิดพลาดได้เสมอแสดงให้เห็นว่าความไม่แน่นอนเป็นปรากฏการณ์ปกติตามธรรมชาติของโลกทั้งนี้มีการนำเสนอข้อมูลและการตีความและแปลความข้อมูลเป็นแนวคิดหลักของเรื่องนี้

2.3 การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) เน้นความสำคัญของปรากฏการณ์ทุกอย่างในโลกที่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากมายมหาศาล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทั้งชั่วคราวและถาวรระหว่างการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตขณะเจริญเติบโตการหมุนเวียนของฤดูกาลการขึ้นลงของกระแสน้ำการเปลี่ยนแปลงของอวกาศการขึ้นลงของหุ้นการว่างงานของคนการเปลี่ยนแปลงมีได้ทั้งแบบต่อเนื่อง และไม่ต่อเนื่องความสัมพันธ์บางอย่างเกิดอย่างถาวรการรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความเข้าใจพื้นฐานเรื่องแบบของการเปลี่ยนแปลงและรู้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วและสามารถใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อบอกหรือคาดคะเนผลของการเปลี่ยนแปลงโดยใช้ฟังก์ชันและสมการที่เหมาะสม เช่นเดียวกับการสร้างการตีความและแปลความหมายระหว่างสัญลักษณ์หรือกราฟที่เป็นเครื่องหมายนำเสนอการเปลี่ยนแปลงการเปลี่ยนแปลงบางกระบวนการสามารถบอกได้หรือสร้างเป็นตัวแบบได้โดยตรงโดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากเป็นรูปของสมการหรืออสมการ แต่ความสัมพันธ์ในธรรมชาติอื่น ๆ ก็อาจเกิดขึ้นได้เช่นกันความสัมพันธ์หลายอย่างโดยเฉพาะในเรื่องธรรมชาติก็เกิดขึ้นได้เช่นกันการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์อาจนำเสนอได้หลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ นำเสนอในเนื้อหาคณิตศาสตร์ปกติในรูปฟังก์ชันและพีชคณิตรวมทั้งนิพจน์พีชคณิตสมการและอสมการตารางและกราฟฟิกการใช้สถิติเป็นเครื่องหมายแทนข้อมูล และความสัมพันธ์ก็ใช้มากในการบอกเล่าและตีความการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์

2.4 ปริภูมิและรูปทรง (Space and Shape) มีปรากฏให้เห็นอยู่ทุกหนทุกแห่งในโลก เช่น แบบรูปลักษณะของวัตถุตำแหน่งการกำหนดเป้าหมายการจราจรการก่อสร้างงานศิลปะทั้งในแง่ของการสัมผัสจริงหรือผ่านการใช้สัญลักษณ์แทนแม้ว่าโดยปกติเรขาคณิตจะเป็นพื้นฐานสำคัญของปริภูมิและรูปทรงได้ขยายขอบเขตไปไกลกว่าเรขาคณิตทั้งในเนื้อหา แต่ในเนื้อหาด้านนี้ความหมายและวิธีทำ แต่จะเป็นการดึงเอาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เข้ามาประกอบด้วยเช่นเรื่องการวัดทัศนียภาพด้านระยะทางและช่องว่างตลอดจนพีชคณิตเป็นต้นว่ารูปทรงอาจเปลี่ยนแปลงจุดอาจเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งจึงต้องอาศัยแนวคิดเรื่องของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของจำนวนที่ขึ้นอยู่กับจำนวนอื่นสูตรที่ใช้ในการคำนวณจึงเป็นหัวใจของด้านนี้เนื้อหาสาระด้านนี้จึงได้รวมการใช้เครื่องมือนับตั้งแต่เรขาคณิตขั้นต้นไปจนถึงซอฟต์แวร์ระบบการหาตำแหน่ง (GPS) เพื่อการสร้างการตีความและการแปลความปริภูมิและรูปทรง

**ตารางที่ 2.7** สัดส่วนของคะแนนกลุ่มเนื้อหา

| กลุ่มเนื้อหา | ร้อยละของคะแนน |
|---|---|
| ความเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ | ร้อยละ 25 |
| ปริภูมิและรูปร่าง | ร้อยละ 25 |
| ปริมาณ | ร้อยละ 25 |
| ความไม่แน่นอนและข้อมูล | ร้อยละ 25 |

จากตารางที่ 2.7 พบว่าสัดส่วนของคะแนนกลุ่มเนื้อหาสามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม เนื้อหาคือกลุ่มเนื้อหาการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ร้อยละของคะแนนประมาณร้อยละ 25 กลุ่มเนื้อหาปริภูมิและรูปร่างร้อยละของคะแนนประมาณร้อยละ 25 กลุ่มเนื้อหาปริมาณร้อยละของคะแนนประมาณร้อยละ 25 และกลุ่มเนื้อหาความไม่แน่นอนและข้อมูลร้อยละของคะแนนประมาณร้อยละ 25

3. สถานการณ์หรือบริบท (Contexts) ลักษณะสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือการที่คณิตศาสตร์ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่อยู่ในบริบทหนึ่งซึ่งเป็นบริบทในโลกชีวิตจริงที่มีปัญหานั้นตั้งอยู่ใน PISA 2012 ได้ให้ความสำคัญกับบริบทที่หลากหลายซึ่งแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

3.1 บริบทส่วนตัว (Personal Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้จะเน้นที่กิจกรรมของบุคคลครอบครัวหรือกลุ่มเพื่อนโดยอาจเป็นเรื่องส่วนบุคคลประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมอาหารการช้อปปิ้งการเล่นเกมส์สุขภาพส่วนบุคคลการเดินทางกีฬาการท่องเที่ยวการจัดตารางเวลาส่วนบุคคลและการจัดการทางการเงินส่วนบุคคล

3.2 บริบททางการงานอาชีพ (Occupational Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้เน้นที่การทำงานในโลกชีวิตจริงเช่นการวัดขนาดการคิดค่าใช้จ่ายและการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้างการเงิน/การบัญชีการควบคุมคุณภาพการจัดกำหนดการ/รายการสินค้าการออกแบบ/สถาปัตยกรรมและการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจบริบทเกี่ยวกับอาชีพอาจมีความเกี่ยวข้องตั้งแต่งานที่ใช้แรงงานโดยไม่ต้องใช้ทักษะจนถึงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

3.3 บริบททางสังคม (Societal Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้เน้นที่ชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับท้องถิ่นระดับชาติหรือระดับโลกเช่นระบบการลงคะแนนเสียงการขนส่งสาธารณะการปกครองนโยบายภาครัฐประชากรการโฆษณาสถิติแห่งชาติและเศรษฐกิจแม้ว่าบริบทดังกล่าวจะเป็นเรื่องส่วนบุคคล แต่ถือว่ามีผลต่อสังคมในภาพรวม

3.4 บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้เกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกชีวิตจริงและประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเช่นสภาพภูมิอากาศหรือภูมิประเทศระบบนิเวศวิทยาการแพทย์วิทยาศาสตร์อวกาศพันธุกรรมการวัดและเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์

**ตารางที่ 2.8** สัดส่วนของคะแนนกลุ่มบริบท/สถานการณ์ปัญหา

| กลุ่มบริบท/สถานการณ์ปัญหา | ร้อยละของคะแนน |
|---|---|
| เกี่ยวข้องกับบุคคล | ร้อยละ 25 |
| เกี่ยวข้องกับอาชีพ | ร้อยละ 25 |
| เกี่ยวข้องกับสังคม | ร้อยละ 25 |
| เกี่ยวข้องกับความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ | ร้อยละ 25 |

จากตารางที่ 2.8 พบว่าสัดส่วนของคะแนนกลุ่มบริบท/สถานการณ์ปัญหาสามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม คือเกี่ยวข้องกับบุคคลร้อยละของคะแนนประมาณร้อยละ 25 เกี่ยวข้องกับอาชีพ

ร้อยละของคะแนนประมาณร้อยละ 25 เกี่ยวข้องกับสังคมร้อยละของคะแนนประมาณร้อยละ 25 และเกี่ยวข้องกับความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ร้อยละของคะแนนประมาณร้อยละ 25

นอกจากการใช้ความรู้และทักษะคณิตศาสตร์ในสามองค์ประกอบดังกล่าวแล้ว การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ยังต้องการความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์หนึ่งทศวรรษของการพัฒนาข้อสอบและวิเคราะห์การตอบข้อสอบของนักเรียนทำให้ PISA รู้ว่านักเรียนต้องมีและใช้ความสามารถพื้นฐานใดบ้างในการทำข้อสอบของ PISA จึงสามารถกำหนดความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เป็นหลักของความสำเร็จที่นักเรียนแสดงออกในการประเมินผล ซึ่งความสามารถทางสติปัญญานี้เป็นสิ่งที่สามารถเรียนรู้และพัฒนาขึ้นในตัวนักเรียนได้เพื่อที่นักเรียนจะทำความเข้าใจและผูกพันกับคณิตศาสตร์นับตั้งแต่ PISA 2003 เป็นต้นมา PISA ได้วิจัยสำรวจความยากง่ายของข้อสอบจากที่ง่ายที่สุดที่สามารถเข้าใจได้โดยการสื่อสารธรรมดาที่ไม่ซับซ้อนจนถึงการสื่อสารที่ซับซ้อนที่นักเรียนต้องสร้างคำอธิบายความคิดหลายขั้นตอนการวิจัยนี้ทำให้ได้นิยามที่ชัดของความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ซึ่งความสามารถพื้นฐานทั้งหมดจะมีปรากฏอยู่ตลอดในหมวดเนื้อหาทั้งสี่ด้านและในหมวดกระบวนการคณิตศาสตร์ทั้งสามกระบวนการตามกรอบโครงสร้างการประเมินผลของ PISA 2012 ความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในการประเมินมี 7 ประการ ด้วยกันดังนี้

1. การสื่อสาร (Communication) เกี่ยวข้องกับการแสดงออกของตนความสามารถที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจตนโดยวิธีการต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ทั้งในรูปของการพูด และการเขียนและสามารถเข้าใจการพูดและการเขียนของผู้อื่นด้วยเช่นกัน

2. การทำให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematising) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับการแปรเปลี่ยนปัญหาในโลกชีวิตจริงให้เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ล้วน ๆ ซึ่งอาจมีทั้งการวางโครงสร้างการสร้างกรอบความคิดการตั้งข้อตกลงเบื้องต้นและ/หรือการสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์หรือตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือตัวแบบคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเริ่มต้นคำว่าการทำให้เป็นคณิตศาสตร์ใช้เพื่อบอกว่ามีกิจกรรมคณิตศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง

3. การแสดงเครื่องหมายสัญลักษณ์แทน (Representation) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องบ่อยมากกับการใช้เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์แทนทั้งนี้อาจเกี่ยวข้องกับการเลือกการตีความและแปลความและการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อเข้าถึงปัญหาหรือนำเสนอผลงานแก้ปัญหาการแสดงเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์แทนอาจเป็นทั้งกราฟตารางแผนภูมิรูปภาพสมการสูตรคำบรรยายและแม้กระทั่งวัตถุของจริง

4. การใช้ความเป็นเหตุเป็นผลและการสร้างข้อโต้แย้ง (Reasoning and Argument) ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ตลอดการทำงานคณิตศาสตร์คือการใช้ความเป็นเหตุเป็นผลและการสร้างข้อโต้แย้งความสามารถข้อนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการสำรวจและเชื่อมโยงปัญหาเพื่อวินิจฉัยและตรวจสอบคำอธิบายที่มีอยู่หรือให้เหตุผลเพื่อยืนยันอธิบายการแก้ปัญหา

5. การสร้างกลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหา (Devising Strategies for Solving Problems) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์หลายครั้งต้องใช้การสร้างกลยุทธ์สำหรับแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเรื่องนี้เกี่ยวกับกระบวนการที่ชี้นำให้รู้ถึงคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องการคิดวิธีการและการแก้ปัญหาทักษะนี้จะเกิดขึ้นจากภารกิจที่กระทำในบริบทและแสดงออกมาในขณะที่ผู้แก้ปัญหาดำเนินการเลือก

หรือออกแบบสร้างกลยุทธ์ในการใช้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาความสามารถพื้นฐานนี้อาจต้องใช้ในขณะแก้ปัญหาขั้นตอนใดก็ได้

6. การใช้สัญลักษณ์ภาษาคณิตศาสตร์หรือภาษาเทคนิคและการดำเนินการ (Using Symbolic, Formal and Technical Language and Operations) 15; การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ต้องมีการใช้สัญลักษณ์ใช้ภาษาคณิตศาสตร์หรือภาษาเทคนิคและมีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ความสามารถนี้เกี่ยวข้องกับความเข้าใจการตีความการลงมือทำโจทย์และการใช้สัญลักษณ์ตามบริบทของคณิตศาสตร์รวมทั้งการคิดคำนวณซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงและกฎเกณฑ์ของคณิตศาสตร์

7. การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (Using Mathematical Tools) ความสามารถท้ายสุดที่แสดงว่าบุคคลนั้นมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์คือการรู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ซึ่งรวมทั้งเครื่องมือทางกายภาพเช่นเครื่องมือสำหรับวัดเครื่องคิดเลขหรือเครื่องมือที่เป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่นับวันจะมีใช้กันแพร่หลายมากขึ้นความสามารถนี้รวมทั้งการรู้จักและความสามารถในการใช้เครื่องมือชนิดต่าง ๆ ช่วยในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้ตลอดจนรู้ถึงข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้ด้วยเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ยังสามารถมีบทบาทสำคัญในการให้ข้อมูลผลลัพธ์ด้วย

ตามกรอบของ PISA 2012 จะไม่สร้างข้อสอบเพื่อวัดความสามารถเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งเพราะความสามารถพื้นฐานของคนไม่ใช่สิ่งที่จะแยกออกมาวัดได้โดด ๆ แต่อาจมีหลายอย่างซ้อนกันอยู่ดังนั้นในการตอบข้อสอบนักเรียนจำเป็นต้องใช้ความสามารถพื้นฐานดังที่ได้กล่าวข้างต้นหลายอย่างในการแก้ปัญหานอกจากนี้ข้อสอบของ PISA จะใช้สถานการณ์ที่มีอยู่ในโลกของความเป็นจริงแล้วยังต้องการให้นักเรียนใช้ความคิดที่สูงขึ้นไปจากการคิดคำนวณหาคำตอบที่เป็นตัวเลข แต่ต้องการให้นักเรียนรู้จักคิดใช้เหตุผลและคำอธิบายมาประกอบคำตอบของตนอีกด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, น. 88) กล่าวว่า การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ว่าเป็นการประเมินสมรรถนะของบุคคลในการที่จะบ่งบอกและเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลกเพื่อให้สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่เข้มแข็งและเพื่อใช้ และผูกพันกับคณิตศาสตร์ที่จะตอบสนองความจำเป็นต่อชีวิตของแต่ละบุคคลในอันที่จะเป็นพลเมืองที่มีความคิดมีความห่วงใยและสร้างสรรค์สังคม

สรุปได้ว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์คือการรู้และเข้าใจบทบาทคณิตศาสตร์ที่มีในโลกหรือในชีวิตจริงจึงมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ด้านประกอบด้วยด้านสถานการณ์หรือบริบทของปัญหาด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และด้านสมรรถนะในการประเมินประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการในการวัดสมรรถนะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในการที่นักเรียนจะนำทักษะและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พบในชีวิตประจำวันโดยแบ่งออกตามระดับความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ซึ่งแต่ละระดับจะบอกถึงพฤติกรรมในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นการประเมินสมรรถนะของบุคคลจะบ่งบอกและเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลกเพื่อให้สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่เข้มแข็งและเพื่อใช้ผูกพันกับคณิตศาสตร์ที่จะตอบสนองความจำเป็นต่อชีวิตของแต่ละบุคคลในอันที่จะเป็นพลเมืองที่มีความคิดมีความห่วงใยและสร้างสรรค์สังคมสามารถติดตามและประเมินผลข้อโต้แย้งเชิงคณิตศาสตร์สามารถตัดสินปัญหาต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์และรู้จักใช้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาของตนเองและเตรียมพร้อมเป็นพลเมืองที่มีวิจารณญาณห่วงใยและสร้างสรรค์สังคมในอนาคต

**2.2.7 แบบทดสอบและตัวอย่างข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์**

แบบทดสอบและตัวอย่างข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มีความสำคัญมากต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เพราะจะเป็นแนวทางในการพัฒนานักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อมกับการประเมิน PISA ได้มีองค์กรทางการศึกษาได้กล่าวถึงแบบทดสอบและตัวอย่างข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น. 1) กล่าวว่า แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่ใช้ข้อสอบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยข้อสอบเลือกตอบข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อนข้อสอบเขียนตอบอิสระข้อสอบเขียนตอบแบบปิดข้อสอบเขียนตอบสั้น ๆ นอกจากนั้นสาระของเนื้อหาที่สอบประกอบด้วยจำนวนเรขาคณิตพีชคณิต-ฟังก์ชันสถิติความน่าจะเป็นและวิทย์คณิตนักเรียนแต่ละคนจะได้ข้อสอบต่างฉบับกันซึ่งใช้เวลาทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง ดังนี้

เนื่องจากรูปแบบของข้อสอบมีผลกระทบไม่เหมือนกันต่อการตอบสนองของนักเรียนต่างกลุ่มและเนื่องจาก PISA ต้องทดสอบนักเรียนแตกต่างกันหลายกลุ่มจึงพิจารณาในการสร้างข้อสอบที่มีรูปแบบหลากหลายมากกว่าจะเป็นข้อสอบแบบใดแบบหนึ่งโดยเลือกให้มีข้อสอบหลายแบบและเลือกให้แต่ละแบบมีจำนวนข้อใกล้เคียงกัน ได้แก่

1. ข้อสอบเลือกตอบ
2. ข้อสอบเขียนตอบอิสระ
3. ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน
4. ข้อสอบเขียนตอบแบบปิด
5. ข้อสอบเขียนตอบสั้น ๆ

**ตัวอย่างข้อสอบ**

ตัวอย่างข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในแต่ละลักษณะเป็นดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 13)

1. ข้อสอบเลือกตอบ

ตัวอย่างข้อสอบเลือกตอบ แสดงข้อสอบในกลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยงและมีคำตอบถูกข้อเดียวให้เลือกตอบ

ตัวอย่างที่ 1: แมวน้ำ

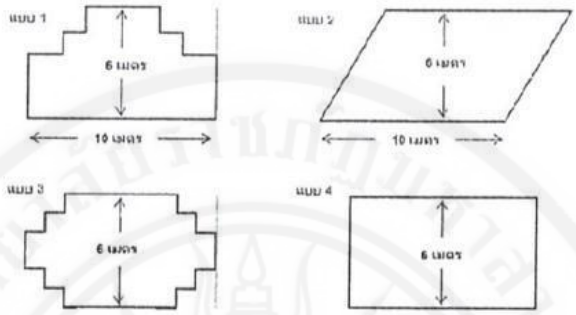
แมวน้ำต้องหายใจอยู่ตลอดเวลาแม้กระทั่งเวลาหลับ มาร์คสังเกตแมวน้ำอยู่ 1 ชั่วโมง พบว่าตอนเริ่มต้นสังเกตแมวน้ำดำลงไปก้นทะเลและเริ่มหลับในเวลา 8 นาทีมันจะค่อยลอยตัวขึ้นมาที่ผิวน้ำทะเลและหายใจในเวลาอีก 3 นาทีมันก็กลับลงไปสู่ก้นทะเลอีกกระบวนทั้งหมดเกิดซ้ำ ๆ อยู่อย่างนี้ตลอดเวลาที่สังเกต

คำถาม: หลังจากหนึ่งชั่วโมงแมวน้ำจะอยู่ในลักษณะใด

ก. อยู่ที่ก้นทะเล
ข. กำลังขึ้นมา
ค. กำลังหายใจ
ง. กำลังลงไปก้นทะเล

2. แบบเลือกตอบเชิงซ้อน

ตัวอย่างที่ 2: ช่างไม้




**ภาพที่ 2.2** สถานการณ์ช่างไม้

จงเขียนวงกลมรอบคำว่า“ ใช่” หรือ“ ไม่ใช่” เพื่อบอกว่าสวนหย่อมแต่ละแบบสามารถล้อมกรอบด้วยไม้กระดาน 32 เมตร นี้ได้ใช่หรือไม่

**ตารางที่ 2.9** แบบสวนหย่อม

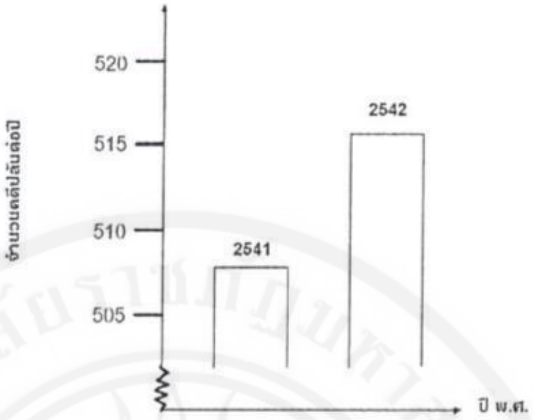
| แบบสวนหย่อม | ตามแบบนี้สามารถล้อมกรอบสวนหย่อมด้วยไม้ 32 เมตร ได้ใช่หรือไม่ |
|---|---|
| แบบ 1 | ใช่/ไม่ใช่ |
| แบบ 2 | ใช่/ไม่ใช่ |
| แบบ 3 | ใช่/ไม่ใช่ |
| แบบ 4 | ใช่/ไม่ใช่ |

3. ข้อสอบเขียนตอนอิสระ

คำตอบแบบเปิดหรือเขียนตอบแบบอิสระต้องการให้นักเรียนตอบได้กว้างมากขึ้น และในกระบวนการตอบนั้นจะเกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดระดับสูงคำถามพวกนี้มักไม่ต้องการให้นักเรียนบอกคำตอบที่ถูกต้อง แต่จะให้นักเรียนแสดงขั้นตอนของการทำหรืออธิบายลำดับการคิดด้วยว่าคำตอบนั้น ๆ ได้มาอย่างไรจุดเด่นของข้อสอบแบบตอบอิสระคือให้นักเรียนแสดงความสามารถทำคณิตศาสตร์ที่มีความยากง่ายซับซ้อนได้ทุกระดับ

ตัวอย่างที่ 3: คดีปล้น

นักข่าวโทรทัศน์แสดงกราฟต่อไปนี้และรายงานว่า “กราฟแสดงให้เห็นว่าคดีปล้นในปี พ.ศ. 2542 มีจำนวนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2541 มาก”




**ภาพที่ 2.3** สถานการณ์คดีปล้น

นักเรียนคิดว่าคำพูดของนักข่าวคนนี้เป็นการแปลความหมายกราฟอย่างสมเหตุสมผลหรือไม่พร้อมเขียนคำอธิบายสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

.....

ตัวอย่างที่ 4: การเลี้ยงปลา

บ้านของคลมีพื้นที่ทำบ่อปลาคาร์ปขนาดกว้าง 160 เซนติเมตรยาว 280 เซนติเมตรอีกด้านหนึ่ง 80 เซนติเมตรอีกฝั่งหนึ่งลึก 1 เมตร

คำถามที่ 1 จากข้อมูลข้างต้นเมื่อมองจากด้านบนจะมองเห็นบ่อปลาเป็นรูปเรขาคณิตใดอธิบายสนับสนุนคำตอบอธิบายสนับสนุน

ตอบ.....

.....

คำถามที่ 2 จากข้อมูลข้างต้น หากกำหนดให้ความลึกลาดชันตามความยาวของบ่อปลานี้แล้วบ่อปลาข้างต้นจะมีความจุเท่าใดอธิบายสนับสนุนตอบ

ตอบ.....

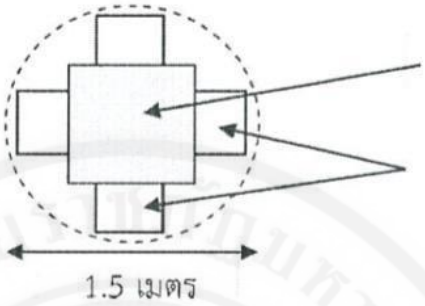
.....

จากข้อมูลข้างต้นถ้าคุณพ่อของกลเติมน้ำลงไปในบ่อ 3,360,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรระดับน้ำจะต่ำกว่าขอบบ่อลูกบาศก์เซนติเมตรอธิบายสนับสนุนคำตอบ

ตอบ.....

.....

ตัวอย่างที่ 5: ร้านไอศกรีม




**ภาพที่ 2.4** วงกลมแทนพื้นที่ว่างของพื้น

วงกลมแทนพื้นที่ว่างของพื้นซึ่งจำเป็นต้องวางชุดที่นั่งแต่ละขุดเพื่อให้ลูกค้ามีที่ว่างเพียงพอขณะที่พวกเขานั่งแต่ละขุดที่นั่ง (แทนด้วยรูปวงกลม) ควรจะวางตามเงื่อนไขบังคับต่อไปนี้:

- ขุดที่นั่งแต่ละขุดควรวางห่างจากผนังอย่างน้อย 0.5 เมตร
- ขุดที่นั่งแต่ละขุดควรวางห่างจากจุดที่นั่งอื่นอย่างน้อย 0.5 เมตร

มาลีสามารถวางชุดที่นั่งให้พอดีกับพื้นที่สำหรับที่นั่งส่วนที่แรเงาในร้านของเธอได้มากที่สุดกี่ชุดพร้อมทั้งแสดงวิธีการหา

ตอบ.....

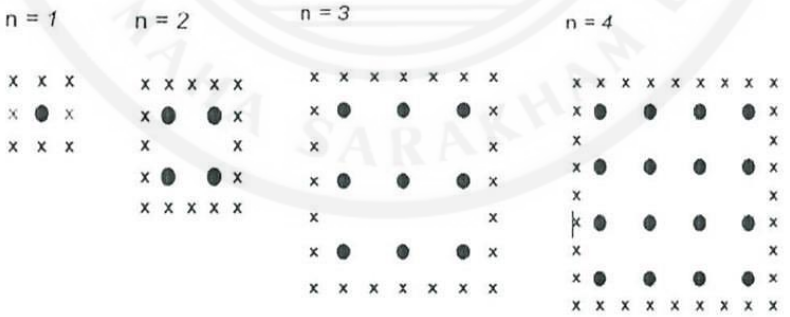
.....

.....

4. แบบเขียนตอบแบบปิด

ตัวอย่างที่ 6: สวนฝรั่ง

ชาวสวนปลูกฝรั่งในแปลงปลูกรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสนอกจากนี้ยังปลูกต้นสนไว้รอบ ๆ แปลงฝรั่งเพื่อป้องกันลมด้วยแผนผังในรูปต่อไปนี้แสดงแปลงฝรั่งดังกล่าวโดย n คือ จำนวนแถวของต้นฝรั่ง




เติมข้อมูลลงในตารางต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

**ตารางที่ 2.10** ลักษณะการเติมคำตอบของข้อสอบเขียนตอบแบบปิด

| n | จำนวนของต้นฝรั่ง | จำนวนของต้นสน |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 8 |
| 2 | 4 | - |
| 3 | - | - |
| 4 | - | - |
| 5 | - | - |

5. เขียนตอบแบบสั้น ๆ

ตัวอย่างที่ 7: คุยผ่านอินเตอร์เน็ต

ทางอินเตอร์เน็ตสามารถ“ คุย” กันได้มาร์ค (อยู่ที่เมืองซิดนีย์ประเทศออสเตรเลีย) และฮานส์ (อยู่ที่กรุงเบอร์ลินประเทศเยอรมัน) ติดต่อกันโดย“ คุย” (Chat) ทางอินเตอร์เน็ตเขาต้องใช้อินเตอร์เน็ตในเวลาเดียวกันจึงมสามารถ”คุย”กันได้มาร์ค ดูแผนภาพเวลาของโลกเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการ “คุย” กันทางอินเตอร์เน็ต และพบว่า




เวลา 1 ทุ่ม ที่ซิดนีย์ ตรงกับเวลาอะไรที่เบอร์ลิน

ตอบ.....

.....

สรุปได้ว่าแบบทดสอบและตัวอย่างข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือการศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ เขียนเวลาตอบอิสระแบบเลือกตอบเช้าซ้อน แบบเขียนตอบแบบปิด และแบบเขียนตอนสั้น ๆ

## 2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นระดับความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร (ชานนท์ จันทรา, 2554, น. 14) ในที่นี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

### 2.3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาได้มีนักการศึกษา ได้กล่าวถึงความหมาย ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

Wilson (1971, pp. 648-649) ได้กล่าวถึงความหมาย ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็น ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละเนื้อหาทำได้โดยวัดจากระดับพฤติกรรม 4 ระดับ ได้แก่

1. การคิดคำนวณ (Computation) เป็นระดับที่วัดความสามารถ ในการบอกเกี่ยวกับข้อเท็จจริง นิยามศัพท์ สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ต้องการให้ผู้เรียนได้ทำตามรูปแบบของความรู้พื้นฐานเหมือนกับความรู้เดิม

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ โดยต้องการให้ผู้เรียนระลึกถึงชื่อ หรือความหมายของคำศัพท์ที่เคยเรียนมา

1.3 ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการตามขั้นตอน ที่เรียนมาเป็นความสามารถในการเลียนแบบ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่ต้องการให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ ความสัมพันธ์ รูปทั่วไป สามารถจำแนกได้ 6 ประเภท ได้แก่

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอด

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และรูปทั่วไป

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ โดยต้องการให้ผู้เรียนใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ

2.4 ความสามารถในการแปลงปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยต้องการให้ผู้เรียนแปลงจากคำพูดเป็นภาพแทนความหมาย หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือแปลงจากภาพแทนความหมาย และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นการพูดอธิบาย

2.5 ความสามารถในการดำเนินการ โดยใช้เหตุผลเป็นความสามารถในการอ่านหรือการฟังข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ แล้วดำเนินการพร้อมอธิบายอย่างสมเหตุสมผล

2.6 ความสามารถในการอ่าน และตีความเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยต้องการให้ผู้เรียนอ่าน และทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นระดับที่ต้องการให้นักเรียน ประยุกต์ใช้มโนทัศน์และความรู้ที่เกี่ยวข้อง หรือเลือกใช้การดำเนินการที่เหมาะสมตามที่เคยฝึกฝนมาแล้วแบ่งได้ 4 ประเภท ได้แก่

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย โดยต้องการให้ผู้เรียนเลือกใช้ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ให้เหมาะสมกับปัญหา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ โดยต้องการให้ผู้เรียนระลึกถึงมโนทัศน์ กฎ โครงสร้างการทางคณิตศาสตร์ หรือคำศัพท์ต้องการให้ผู้เรียนค้นพบความสัมพันธ์ และทำการเปรียบเทียบเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูล 2 ชุด

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยต้องการให้ผู้เรียนอ่านตีความ แยกแยะส่วนประกอบของปัญหา ข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็น สร้างความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาย่อย ๆ ที่เคยแก้มาแล้ว

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบรูป โครงสร้างที่เหมือนกัน และความสมมาตรกัน โดยต้องการให้ผู้เรียนได้ระลึกถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการแปลงและปรับปัญหาย่อย ๆ ให้เป็นลำดับขั้นตอน แบบรูป โครงสร้างที่เหมือนกัน หรือปรับข้อมูลให้สมมาตรกัน

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นระดับพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนต้องการ ให้ผู้เรียนตรวจสอบความสัมพันธ์ ค้นหาแบบรูป และแก้ปัญหาในสิ่งที่ไม่เคยฝึกฝน หรือไม่คุ้นเคยมาก่อนโดยใช้มโนทัศน์และการดำเนินการที่เคยเรียน มาใช้ประกอบการแก้ปัญหาซึ่งสามารถแบ่งเป็น 5 ประเภท ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย โดยต้องการให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนขั้นตอน วิธีการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนหน้าในการแก้ปัญหาใหม่ที่ไม่ได้คุ้นเคย

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ โดยต้องการให้ผู้เรียนค้นหาความสัมพันธ์ หรือปรับเปลี่ยนโครงสร้างของปัญหา ให้อยู่ในรูปแบบใหม่

4.3 ความสามารถในการแสดงวิธีการพิสูจน์ โดยต้องการให้ผู้เรียนได้พิสูจน์ข้อความโดยใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือขั้นตอนการพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์การพิสูจน์มาใช้ในการวิเคราะห์ วิจารณ์ความสมเหตุสมผลของการพิสูจน์

4.5 ความสามารถในการสร้าง และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกรณีทั่วไป เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ และแสดงวิธีการพิสูจน์สิ่งที่ค้นพบในรูปทั่วไป

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544, น. 24) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถต่าง ๆ ทางสมองที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตามหลักสูตร

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, น. 150) ได้กล่าวถึง ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกตามพฤติกรรมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ และการคำนวณ (Computation) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม ตลอดจนกระบวนการคิดคำนวณอย่างง่าย ๆ พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้น ได้แก่

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หมายถึง ความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในลักษณะเดียวกับ ที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์ และนิยาม เป็นการถามเพื่อให้ผู้เรียนบอกความหมายของศัพท์ และนิยามที่เคยเรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการ ตามกระบวนการคิดคำนวณตามที่เคยเรียนมาแล้ว

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ที่เรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์ หรือปัญหาใหม่ตลอดจนสามารถอธิบายยกตัวอย่าง จำแนก แปลความ ตีความ สรุปความ หรือขยายความได้ พฤติกรรมระดับนี้ แบ่งออกเป็น 6 ขั้น ได้แก่

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่งด้วยตนเอง

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถในการสรุปหรือบอกความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับตัวปัญหา ซึ่งผู้เรียนควรจะรู้หลังจากเรียนจบเรื่องนั้นแล้ว

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสรุปศัพท์ และนิยามทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ หรือการหาค่าสัญลักษณ์ โดยอาศัยโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความเข้าใจในการแปลงส่วนประกอบของปัญหา จากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง หมายถึงความสามารถในการแปลงข้อความให้เป็นสัญลักษณ์ หรือสมการ โดยมิได้รวมถึงการคำนวณหาคำตอบของสมการนั้น

2.5 ความเข้าใจในการดำเนินตามเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการบ่งชี้ความสมเหตุสมผลของข้อความ บทความ หรือผลงานทางคณิตศาสตร์

2.6 ความเข้าใจในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอ่าน และตีความจากโจทย์ว่าโจทย์กำหนดอะไรบ้างและต้องการถามเรื่องอะไร รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลผลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง หรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้ ต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่ผู้เรียนเคยฝึกทำมาแล้ว พฤติกรรมระดับนี้ แบ่งออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาธรรมดา หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกัน เช่น มโนทัศน์ กฎ เพื่อค้นพบความสัมพันธ์เปรียบเทียบและนำมาสรุป เพื่อตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะจำแนกส่วนประกอบย่อยของปัญหา หรือสิ่งที่โจทย์กำหนดว่าจำเป็น หรือไม่ในการแก้ปัญหาโจทย์

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และสมมาตร หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้ หรือจากปัญหาที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา มีลักษณะซับซ้อน หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน แต่ต้องอยู่ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมาแล้ว พฤติกรรมระดับนี้ แบ่งออกเป็น 5 ขั้น ได้แก่

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่ได้เรียนมาแล้วไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหา ที่ไม่สามารถคิดคำนวณโดยตรงได้

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่ หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ หมายถึง ความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเองโดยอาศัยทฤษฎี หรือบทนิยามต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลเพื่อวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์นั้น ว่าถูกต้องหรือไม่มีขั้นตอนใดผิดพลาดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้าง และแสดงความสมเหตุสมผล ของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ และการเขียนพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบจนสามารถสรุปเป็นกรณีทั่วไปได้

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง การวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ ความจำ และการคำนวณ (Computation) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) และการวิเคราะห์ (Analysis) ทั้งในส่วนของเนื้อหา ข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้จากการเรียนรู้ และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

**2.3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

จากการศึกษาได้มีนักการศึกษา และสถาบันทางการศึกษา ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

Wilson (1971, pp. 643-696; อ้างถึงใน อนันต์ จันทร์กวี, 2546, น. 297-318) ได้กล่าวถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ทั้งในด้านข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม ตลอดจนความสามารถในการดำเนินการคิดโจทย์ปัญหาอย่างง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ต้องอาศัยการตัดสินใจ ทั้งนี้รวมถึงโจทย์ปัญหาที่เหมือนกับตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดที่เคยทำ พฤติกรรมขั้นนี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นย่อย คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ตลอดจนพื้นฐานต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสร้างสมการเป็นเวลานานอีกด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกถึงศัพท์นิยามต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วได้ โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใดและไม่ต้องการความรู้อื่นมาช่วย

1.3 ความสามารถในการทำตามขั้นตอน (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง หรือนิยาม หรือกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วสามารถคำนวณตามลำดับขั้นตอน ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงตัวอย่างที่มีนักเรียนต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่าแบ่งเป็น 6 ขั้น

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนทัศน์เป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความ หรือยกตัวอย่างของมโนทัศน์นั้นโดยใช้คำพูดของตัวเอง หรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปใหม่ หรือตัวอย่างใหม่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และข้อสรุปนัยทั่วไป (Knowledge of Principles Rules and Generalization) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ ไปสัมพันธ์กับปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามที่เกี่ยวกับหลักการ กฎ ที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรม ในขั้นนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติระบบจำนวน และโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนองค์ประกอบของปัญหา จากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements From One Mode to Another) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ ภาษาใหม่ เช่น แปลภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงขั้นตอน (Algorithms) ในการแก้ปัญหาหลังจากแปล อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถติดตามแนวเหตุผล (Ability to Follow a Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่าน และเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและการตีความ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่าน และตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ระหว่างเรียน หรือคล้ายกับแบบฝึกหัด นักเรียนสามารถเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ขั้น ได้แก่

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหา ที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหา จนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อการสรุปตัดสินใจ ซึ่งการแก้ปัญหาในครั้งนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ (Ability to Analysis Data) ขั้นนี้เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่อง ในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไร คือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมีปัญหาอื่นใดบ้าง ที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ออกพิจารณาออกเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแผนภาพ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns Isomorphism's and Symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้ เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำข้อมูล การระลึกถึงข้อมูล การระลึกถึงความสัมพันธ์นักเรียนต้องสำรวจสิ่งที่คุ้นเคยจากข้อมูล หรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาใหพบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) พฤติกรรมในขั้นนี้ เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของสมรรถภาพด้านพุทธิพิสัย ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งรวมพฤติกรรมส่วนใหญ่ที่บรรยายไว้ในการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ หรือการประเมินของบลูม (Bloom) และพฤติกรรมในระดับนี้ประกอบด้วยการแก้ปัญหาที่ไม่เคยแก้มาก่อน ประสบการณ์เกี่ยวกับการค้นพบ และพฤติกรรมสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ พฤติกรรมระดับนี้แตกต่างจากพฤติกรรมขั้นนำไปใช้หรือระดับความเข้าใจ ตรงที่พฤติกรรมระดับนี้ประกอบด้วย ระดับการถ่ายโอนไปยังบริบทที่ยังไม่เคยปฏิบัติมาก่อน การตอบข้อทดสอบในระดับนี้ต้องอาศัยพฤติกรรมการเรียนด้วยตนเองเป็นอย่างมาก วัตถุประสงคของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในระดับวิเคราะห์แบ่งเป็น 5 ขั้นดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problem) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ่อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างนักเรียนที่ไม่เคยเห็นมาก่อน ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจในมโนทัศน์ นิยามตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแลวเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการจัดสวนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้แก้ปัญหาแทนการนำเพียงความสัมพันธ์เดิมที่จำได้มาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เทานั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการสร้างภาษา เพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลโดยอาศัยนิยาม สัจพจน์และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วพิสูจน์ปัญหาที่ไม่เคยพบ

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้อง หรือไม่มีตอนใดผิดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างและตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุปนัยทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalization) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการค้นพบสูตร หรือกระบวนการปัญหา และพิสูจน์ว่าใช้กรณีทั่วไปได้

Bloom (1976, pp. 219-224) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นลำดับขั้นของความรู้ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ขั้น ดังนี้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้ว โดยตรงในขั้นนี้รวมถึงการระลึกถึงข้อมูลข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ทฤษฎีจากตาราง ดังนั้นขั้นความรู้ความจำจึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจับใจความสำคัญ ของเนื้อหาที่ได้เรียน หรืออาจแปลความหมายจากตัวเลข การสรุปการย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นสูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถ ในการเอากฎมโนทัศน หลักสำคัญวิธีการนำไปใช้การเรียนรู้ขั้นนี้ ถือว่านักเรียนจะต้องมีความเข้าใจเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อนจึงจะนำความรู้ไปใชได้ ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเขาใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย เหล่านั้นเพื่อที่จะมองเห็น หรือเข้าใจความเกี่ยวโยงต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่า สูงกว่าการนำเอาไปใช้ และต้องเข้าใจเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผนการออกแบบ การทดลองการตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหาที่ยาก การเรียนรู้ในระดับนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้นการสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูดนวนิยาย บทกวีหรือการรายงานวิจัย การตัดสินใจดังกล่าวจะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นเอง หรือนำมาจากสิ่งอื่นก็ได้ การเรียนรู้ขั้นนี้ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

Puckett and Black (2000, p. 211) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบใช้วัดสิ่งที่ผู้เรียนผ่านการเรียนรู้ หรือเป็นทักษะที่ผู้เรียนได้รับจากการสอนและการฝึกฝนของผู้เรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด

Anderson and Krathwohl (2001, pp. 154-159) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. ความจำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการจำเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ซึ่งเป็นความรู้จากการจำในความจำระยะยาว

2. ความเข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเข้าใจความหมายของเรื่องราวต่าง ๆ โดยการตีความ และแปลความจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

3. การประยุกต์ (Applying) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ที่แตกต่างจากสถานการณ์เดิม

4. การวิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการแยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ

5. การประเมิน (Evaluation) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการตัดสินเรื่องราวต่าง ๆ โดยอาศัยเกณฑ์ และมาตรฐานที่กำหนด

6. การสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียน ในการสร้างแนวคิดและสารสนเทศใหม่ จากการใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้มาก่อน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, น. 95) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นการวัดความรู้ ทักษะ และความสามารถที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มา แบ่งประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง ซึ่งเป็นแบบทดสอบ ที่ใช้กันทั่วไปที่วัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 แบบทดสอบอัตนัย คือ แบบทดสอบที่ผู้สร้างกำหนดคำถาม หรือปัญหาให้ผู้ตอบเขียนคำตอบโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ

1.2 แบบทดสอบปรนัย คือ แบบทดสอบที่จำกัดในการตอบ ไม่มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นที่มี แบบทดสอบนี้แบ่งออก เป็น 4 ประเภท แบบทดสอบเลือกตอบ แบบทดสอบจับคู่แบบทดสอบเติมคำ และแบบทดสอบถูก-ผิด

2. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบ ที่มุ่งหวังผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์ ปรับปรุง แก้ไขอย่างดีจนมีคุณภาพ และได้มาตรฐาน

สมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 73-79) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเภทที่ผู้สอนสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test)
2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-False Test)
3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test)
4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test)
5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test)
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

ข้อสอบแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้ จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามกำหนดให้ผู้เรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุด

เพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน มีหลักในการสร้าง ดังนี้

6.1 เขียนตอนนำให้เป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ อาจจะใส่เครื่องหมายปรัศนี (?) แต่ไม่ควรสร้างตอนนำให้เป็นแบบอ่านต่อความ เพราะทำให้คำถามไม่กระชับ เกิดความสับสนในการคิดหาคำตอบ

6.2 เน้นเรื่องจะถามให้ชัดเจนและตรงจุดไม่คลุมเครือ เพื่อว่าผู้อ่านจะไม่ไขว้เขวสามารถมุ่งความคิดในการตอบไปถูกทิศทาง ไม่ต้องอ่านคำถามคำตอบย้อนขึ้นย้อนลงหลายครั้ง

6.3 ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัด หรือถามในสิ่งที่ดีงามมีประโยชน์ ไม่ใช่ถามเฉพาะความจำหรือความจริงตามตำรา หรือถามรายละเอียดเกินความจำเป็น ซึ่งไม่ใช่สาระสำคัญ แต่ต้องถามให้คิด หรือนำความรู้ที่เรียนไปใช้สถานการณ์ใหม่ จึงจะเรียกว่ามีคุณค่าต่อการวัด

6.4 หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ก็ควรพิมพ์ตัวหนา หรือขีดเส้นใต้คำปฏิเสธนั้น แต่คำปฏิเสธซ้อนไม่ควรใช้อย่างยิ่ง เพราะปกติผู้เรียนยุ่งยากต่อการแปลความหมายของคำถาม และตอบคำถามที่ถามกลับ หรือปฏิเสธซ้อนผิดมากกว่าถูก

6.5 อย่าใช้คำฟุ่มเฟือย ควรถามปัญหาโดยตรง สิ่งใดไม่เกี่ยวข้องก็ไม่ต้องนำมาเขียนไว้ในคำถาม จะช่วยให้คำถามรัดกุมชัดเจนขึ้น

6.6 เขียนตัวเลือกให้เอกพันธ์ หมายถึง เขียนตัวเลือกทุกตัวให้เป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือมีทิศทางแบบเดียวกัน หรือมีโครงสร้างสอดคล้อง เป็นทำนองเดียวกัน ช่วยให้การใช้ตัวถูกตัวลวงมีคุณค่ามากขึ้น

6.7 ควรเรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่าง ๆ ได้แก่ คำตอบที่เป็นตัวเลขนิยมเรียงจากน้อยไปหามาก เพื่อช่วยให้ผู้ตอบพิจารณาคำตอบได้สะดวก ไม่หลง

6.8 ใช้ตัวเลือกปลายปิดและปลายเปิดให้เหมาะสม

6.9 ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว บางครั้งอาจจะเกิดจากการเขียนตัวลวงไม่รัดกุม

6.10 เขียนทั้งตัวถูกและตัวผิดให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา

6.11 เขียนตัวเลือกให้อิสระขาดจากกัน คือ อย่าให้ตัวเลือกตัวใดตัวหนึ่งเป็นส่วนหนึ่ง หรือส่วนประกอบของตัวเลือกอื่น ต้องให้แต่ละตัวเป็นอิสระจากกันอย่างแท้จริง

6.12 ควรมีตัวเลือก 4-5 ตัว เพื่อป้องกันไม่ให้เดาง่าย ๆ จึงควรมีตัวเลือกมาก ๆ ที่นิยมใช้ หากเป็นข้อสอบระดับประถมศึกษาปีที่ 1-2 ควรใช้ 3 ตัวเลือก ระดับประถมศึกษาปีที่ 3-6 ควรใช้เป็น 4 ตัวเลือก และตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป ควรใช้ 5 ตัวเลือก

6.13 อย่าแนะคำตอบ มีหลายกรณี ดังนี้

6.13.1 คำถามข้อหลัง ๆ แนะนำคำตอบข้อแรก ๆ

6.13.2 ถามเรื่องที่นักเรียนคล่องปากอยู่แล้ว

6.13.3 ใช้ข้อความของคำตอบถูกซ้ำกับคำถาม หรือเกี่ยวข้องกันอย่างเห็นชัด

6.13.4 ข้อความของตัวถูกบางส่วน เป็นส่วนหนึ่งของทุกตัวเลือก

6.13.5 เขียนตัวถูกหรือตัวลวงซึ่งถูก หรือผิดเด่นชัดเกินไป

6.13.6 คำตอบไม่กระจาย คือ ข้อสอบที่มีตัวถูกซ้ำ หรือผลัดเวียนกันเป็นช่วง

บุญชม ศรีสะอาด (2556, น. 56) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นการนำแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถ ของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระ และตามจุดประสงค์ของวิชาเนื้อหาที่สอบนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียน

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการประเมินความรู้ความสามารถ ของผู้เรียนว่าบรรลุถึงจุดประสงค์ตามหลักสูตรหรือไม่ ซึ่งจะใช้ผลคะแนนของผู้เรียนเป็นตัวตัดสิน ซึ่งตัวผู้เรียนจะได้รับประโยชน์เป็นอย่างมาก เพราะสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ในการพัฒนาตนเอง และเพื่อใช้ในการศึกษาต่อระดับสูงขึ้นไป ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนรู้ และสามารถวางแผนอนาคตของโรงเรียน และครูผู้สอนก็สามารถนำผลการประเมินของผู้เรียน ไปใช้เป็นข้อมูลในการจัดการเรียนและกิจกรรมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับความต้องการเรียนรู้ ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์จะแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้ 1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง แบบทดสอบอัตนัย ให้ผู้ตอบเขียนคำตอบโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ และ แบบทดสอบปรนัย แบบทดสอบที่จำกัดในการตอบ 2. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มุ่งหวังผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์ ปรับปรุง แก้ไขอย่างดีมีคุณภาพและได้มาตรฐาน

## 2.4 การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์เป็นวิธีหนึ่งที่นักการศึกษานิยมนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ดังนี้

### 2.4.1 ความหมายของการสัมภาษณ์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ดังต่อไปนี้

นิภา เมธาวีชัย (2543, น. 32) กล่าวว่าการสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดเห็นของบุคคลโดยการสนทนาซักถามโต้ตอบระหว่างบุคคลลักษณะตัวต่อตัวการสัมภาษณ์ดีกว่าการสังเกตเพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ตาหูและปากในขณะที่สัมภาษณ์ได้ผู้สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์โดยสร้างความเชื่อถือรักษาอารมณ์ให้มั่นคงแสดงความสนใจขณะสัมภาษณ์และบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

วัฒนา พัชราวานิช (2540, น. 127-128) กล่าวว่าการสัมภาษณ์เป็นการค้นหาข้อเท็จจริงและทำให้ทราบความต้องการของเด็กเป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกันมากขึ้นทำให้ผู้มาขอรับคำปรึกษากล้าพูดและกล้าบอกความเป็นจริงโดยไม่มีการปิดบังอำพราง และยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจตนเองสามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2547, น. 127) กล่าวว่าการสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ครูถามนักเรียนได้ตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้นักเรียนทบทวนวิธีแก้ปัญหาขณะที่ครูฟังครูซักถามเพื่อค้นหาสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิด

สรุปได้ว่าการสัมภาษณ์หมายถึงเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดของบุคคลโดยการสนทนาซักถามโต้ตอบระหว่างบุคคลเพื่อค้นหาข้อเท็จจริงซึ่งการสัมภาษณ์จะดีกว่าการสังเกตเพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ตาหูและปากในขณะสัมภาษณ์การสัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับ

ผู้ถูกสัมภาษณ์สร้างความน่าเชื่อถือรักษาอารมณ์ให้มั่นคงแสดงความสนใจและบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

**2.4.2 เทคนิคการสัมภาษณ์**

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงเทคนิคการสัมภาษณ์ไว้ดังต่อไปนี้

ไพศาล วรคำ (2562, น. 214) กล่าวว่าการสัมภาษณ์ที่ดีต้องมีการบันทึกการสัมภาษณ์ไว้ด้วยโดยวิธีการบันทึกการสัมภาษณ์มี 2 วิธีดังนี้

1. การจดบันทึกวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมเป็นอย่างมากเพราะเป็นวิธีการที่ประหยัด แต่ก็ยังมีข้อที่ถกเถียงกันว่าควรจะมีการจดบันทึกในขณะที่สัมภาษณ์หรือหลังสัมภาษณ์แบบใดจะเหมาะสมที่สุดเพราะแต่ละแบบก็จะมีทั้งข้อดีและข้อเสียต่างกันไปถ้าการสัมภาษณ์เพื่อหาข้อเท็จจริงที่มีรายละเอียดมากยากแก่การจำก็อาจจะจดบันทึกในขณะที่สัมภาษณ์ แต่ถ้าเป็นเรื่องที่เป็นประเด็นใหญ่ ๆ หรือเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ต้องการรายละเอียดก็อาจจะจดบันทึกหลังการสัมภาษณ์เสร็จสิ้นแล้วก็ได้

2. การบันทึกเทปโดยปกติแล้วจะจัดทำในห้องสัมภาษณ์ที่มีลักษณะพิเศษและซ่อนเทปไว้โดยไม่ให้ผู้ถูกสัมภาษณ์รู้ตัว แต่ถ้าใช้บันทึกเทปแบบธรรมดาก็ห้องขออนุญาตและชี้แจงเหตุผลหรือจุดมุ่งหมายในการบันทึกเทปการสัมภาษณ์ในครั้งนั้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เข้าใจและถ้าผู้ถูกสัมภาษณ์อนุญาตให้บันทึกเทปได้ผู้สัมภาษณ์จึงจะทำการบันทึกได้

Clements and Ellerton (1669, pp. 48-50) กล่าวว่าเทคนิคการสัมภาษณ์ของนิวแมนเป็นวิธีการวิเคราะห์ความผิดพลาด 5 ขั้นตอนที่เกิดจากการตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากที่นักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จแล้วจะใช้การสัมภาษณ์ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นวิธีที่ได้ผลดีและเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในปี ค.ศ. 1997 นิวแมนได้ใช้เทคนิคการสัมภาษณ์ดังกล่าวและได้เผยแพร่ใช้ในวงการศึกษาของประเทศออสเตรเลียจนได้ผลดีและมีการวิจัยอย่างต่อเนื่องโดยวิธีวิเคราะห์ความผิดพลาดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนิวแมนมีทั้งหมด 5 ขั้นตอนมีดังนี้ขั้นแรกคือความผิดพลาดจากการอ่าน (Reading rrors) ความผิดพลาดในขั้นนี้พิจารณาได้จากการที่นักเรียนไม่สามารถอ่านคำสำคัญ (Keyword) หรือสัญลักษณ์ที่อยู่ในคำถามทำให้นักเรียนถูก จำกัด ขอบเขตที่ดำเนินการแก้ปัญหาให้ครบสมบูรณ์ได้ขั้นที่สองคือความผิดพลาดจากการทำความเข้าใจ (Comprehension Errors) แม้ว่านักเรียนจะสามารถอ่านคำทุกคำที่อยู่ในคำถามได้ แต่นักเรียนอาจจะไม่เข้าใจความหมายของคำเหล่านั้นได้ทั้งหมดทำให้นักเรียนก็ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาต่อไปได้ขั้นที่สามคือความผิดพลาดจากการเปลี่ยนรูป (Transformation Errors) ในขั้นนี้ถึงแม้นักเรียนจะเข้าใจโจทย์ แต่นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้การกระทำทางคณิตศาสตร์ (Operation) เช่นการบวกการลบการคูณ และการหารได้หรือไม่สามารถบอกลำดับการกระทำที่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้ขั้นที่สี่คือความผิดพลาดจากการใช้ทักษะกระบวนการ (Process Skill Errors) ในขั้นนี้นักเรียนไม่สามารถนำการกระทำทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวไปใช้อย่างถูกต้องแม่นยำได้ซึ่งทำให้เกิดการคำนวณที่ผิดพลาดขึ้นและขั้นสุดท้าย คือความผิดพลาดจากการสรุปคำตอบ (Encoding errors) ความผิดพลาดในขั้นนี้เกิดจากการที่นักเรียนทำตามกระบวนการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง แต่ไม่สามารถแสดงคำตอบในรูปแบบที่โจทย์ต้องการ

Newman (1977, p. 18) กล่าวว่าเทคนิควิธีการสัมภาษณ์นักเรียนผู้สัมภาษณ์จะต้องทำการสัมภาษณ์หลังจากการทำแนบทดสอบเสร็จแล้วทันทีโดยต้องแยกสัมภาษณ์ทีละคนระหว่างการสัมภาษณ์นั้นก็ควรมีการบันทึกไว้ด้วยส่วนสิ่งแวดล้อมรอบข้างควรมีสภาพที่ไม่รบกวนผู้สัมภาษณ์และนักเรียนมากนักถ้าสังเกตเห็นว่านักเรียนเกิดอาการเกร็งหรือไม่มีสมาธิที่จะให้สัมภาษณ์ต่อไปได้ก็ควรหยุดสัมภาษณ์ทันทีและนอกจากนี้ผู้สัมภาษณ์ต้องระวังในเรื่องของการพูดด้วยเพราะอาจจะทำให้นักเรียนไขว้เขวหรือเปลี่ยนความคิดได้และที่สำคัญผู้สัมภาษณ์ไม่ควรบอกนักเรียนว่าโจทย์ที่นำมาสัมภาษณ์นั้นเป็นของที่นักเรียนเคยทำผิดมาแล้วส่วนวิธีการใช้คำถามในการสัมภาษณ์นั้นนิวแมนเสนอว่าคำถามดังต่อไปนี้จะเป็นแนวทางไปสู่การวิเคราะห์ความผิดพลาดของนักเรียนจากการเขียนตอบในแบบทดสอบคณิตศาสตร์

วิธีการบันทึกการสัมภาษณ์ลงในแบบบันทึกการสัมภาษณ์ของนิวแมนมีวิธีการบันทึกดังต่อไปนี้

1. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการอ่าน (Reading Recognition) การสัมภาษณ์นักเรียนในขั้นนี้ผู้ศึกษาจะให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาจากแบบทดสอบถ้านักเรียนอ่านได้ถูกต้องผู้ศึกษาจะจะวงกลมล้อมรอบอักษร C (Correct) ในช่องของ Word แต่ถ้านักเรียนอ่านคำใดคำหนึ่งผิดหรืออ่านไม่ได้ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E (Errors) ในส่วนของ Word เช่นกันพร้อมกับบันทึกรายละเอียดของการอ่านผิดอย่างย่อ ๆ ในส่วนของการอ่านสัญลักษณ์ที่อยู่ในโจทย์ปัญหานั้นถ้านักเรียนอ่านสัญลักษณ์ได้ถูกต้องผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C ในส่วนของ Symbol แต่ถ้านักเรียนอ่านผิดหรืออ่านไม่ได้ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E ในส่วนของ Symbol เช่นกันพร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดของการอ่านสัญลักษณ์ที่ผิดอย่างย่อ ๆ

2. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเขาใจคำศัพท์เฉพาะ (Comprehension (a)) เมื่อผู้ศึกษาให้นักเรียนบอกความหมายของคำสำคัญ (Key Words) หรือสัญลักษณ์ที่อยู่ในโจทย์ปัญหาแล้วผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนของ Terms ถ้านักเรียนสามารถบอกได้ถูกต้องผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิดหรือบอกไม่ได้ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E และบันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อ ๆ

3. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเข้าใจโจทย์ (Comprehension (b)) เมื่อผู้ศึกษาให้นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการให้นักเรียนทำแล้วผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนของ General โดยถ้านักเรียนบอกได้ถูกต้องผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิดหรือบอกไม่ได้ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E และบันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อ ๆ

4. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการเปลี่ยนรูป (Transformation) ในขั้นนี้ถ้านักเรียนสามารถบอกแนวคิดหรือวิธีที่จะใช้หาคำตอบ ๆ ได้ถูกต้องผู้ศึกษาจะบันทึกผลโดยวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิดหรือบอกไม่ได้ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E และบันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อ ๆ

5. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการใช้ทักษะกระบวนการ (Process Skills) ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณหาคำตอบได้ถูกต้องผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียน

แสดงวิธีคิดคำนวณผิดหรือแสดงวิธีคิดคำนวณไม่ได้ผู้ศึกษาจะบันทึกสิ่งที่ผิดลงในส่วนต่าง ๆ ของขั้น Process

6. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการสรุปคำตอบ (Encoding Ability) ถ้านักเวียนสรุปคำตอบในรูปข้อความหรือภาษาได้ถูกต้องผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบ C ในส่วนของ Words ถ้าสรุปผิดผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E ในส่วนของ Words เช่นเดียวกันถ้านักเรียนสรุปคำตอบในรูปสัญลักษณ์ได้ถูกต้องผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร C ในส่วนของ Symbols ถ้าสรุปผิดผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E ในส่วนของ Symbols เช่นเดียวกันสรุปได้ว่าเทคนิคของการสัมภาษณ์นั้นผู้สัมภาษณ์จะต้องมีการวางแผนการสัมภาษณ์ก่อนการสัมภาษณ์ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของคำถามเครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกหรือแม้กระทั้งสิ่งที่ต้องการ จากการสัมภาษณ์ในแต่ละครั้ง

**2.4.3 การสัมภาษณ์เชิงลึก**

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงการสัมภาษณ์เชิงลึกไว้ดังต่อไปนี้

มานพ คณะโต (2550, น. 57-59) กล่าวว่าการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถามและลำดับขั้นตอนของการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้าเป็นการพูดคุยสนทนาตามธรรมชาติ (Naturalistic Inquiry)

รวีวรรณ ชินตระกูล (2547, น. 117-119) กล่าวว่าการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริงไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้ยเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

สรัญ ภู่คง (2545, น. 119-120) กล่าวว่าการสัมภาษณ์เชิงลึกเป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไปเช่นการสัมภาษณ์เจาะลึกการสัมภาษณ์ลุ่มลึกการสัมภาษณ์แนวลึกเป็นต้นซึ่งเป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลโดยไม่ใช้แบบสอบถามจะมีแนวของข้อคำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถามผู้ให้สัมภาษณ์ในลักษณะการเจาะลึกและต้องอาศัยความสามารถพิเศษของผู้สัมภาษณ์ในการค้นหารายละเอียดในประเด็นที่ศึกษาอย่างลึกซึ้งซึ่งการสัมภาษณ์เชิงลึกมักจะศึกษาในประชากรกลุ่มเล็ก ๆ เช่นผู้บริหารนักการเมืองผู้นำทางวิชาการผู้นำท้องถิ่นปราชญ์ชาวบ้านเป็นต้นโดยที่การสัมภาษณ์เชิงลึกนั้นมิได้มุ่งหวังว่าจะให้ถูกสัมภาษณ์เลือกคำตอบที่นักวิจัยคิดไว้ก่อนหรือสัมภาษณ์เพียงครั้งเดียว แต่ต้องการให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เลือกคำตอบที่นักวิจัยคิดไว้ก่อนหรือสัมภาษณ์เพียงครั้งเดียว แต่ต้องการให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นให้คำอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับความสำคัญของเรื่องและสถานการณ์ตลอดจนความเชื่อความหมายต่าง ๆ อย่างลึกซึ้งในแง่มุมต่าง ๆ

สรุปได้ว่าการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) หมายถึงการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกรายบุคคล (In-depth Interview) เป็นการซักถามพูดคุยกันระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์อย่างละเอียดเป็นการสัมภาษณ์ที่ให้ผู้สัมภาษณ์ได้อธิบายเหตุผลของตนเองเพื่อให้ทราบถึงสาเหตุในสิ่งนั้น ๆ

**2.4.4 ประเภทของแบบสัมภาษณ์**

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านจำแนกประเภทของแบบสัมภาษณ์ไว้หลายทัศนะดังนี้

ไพศาล วรคำ (2562, น. 253-254) กล่าวว่า แบบสัมภาษณ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างมีลักษณะคล้ายกับแบบสอบถามคือมีการเตรียมคำถามไว้ในแบบฟอร์มผลจากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับคำถามในแบบฟอร์มที่กำหนดเหมาะสำหรับผู้สัมภาษณ์ที่ไม่ค่อยมีเวลาและยังไม่มีความชำนาญในการสัมภาษณ์

2. แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างจะมีเฉพาะหัวข้อหรือแนวทางในการสัมภาษณ์เท่านั้นเป็นการถามแบบเจาะลึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้งเปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่

บุญชม ศรีสะอาด (2560, น. 78-80) กล่าวว่าแบบสัมภาษณ์สามารถแบ่งออกได้หลายแบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงประเภทของแบสัมภาษณ์ที่แบ่งตามเทคนิคการสัมภาษณ์ ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) การสัมภาษณ์ตามแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างผู้สัมภาษณ์จะทำการสัมภาษณ์ตามคำถามที่ได้สร้างขึ้นและพิมพ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามชุดเดียวกันอย่างเดียวกันผู้สัมภาษณ์จะจดบันทึกคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์ลงในแบบสัมภาษณ์นั้นข้อดีของการสัมภาษณ์แบบนี้คือผู้วิจัยสามารถจัดหมวดหมู่สรุปได้ง่ายและลดเวลาในการสัมภาษณ์

2. แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอนและผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์การสัมภาษณ์แบบนี้อาจมีแนวการสัมภาษณ์ (Interview Guide) ซึ่งจะมีหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการระบุไว้เพื่อให้ผู้สัมภาษณ์จะได้ตั้งคำถามในแต่ละหัวข้อเองผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความชำนาญในการสัมภาษณ์

รวีวรรณ ชินตระกูล (2560, น. 119-120) กล่าวว่าแบบสัมภาษณ์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured form แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้างวิธีการสัมภาษณ์ตามแบบฟอร์มของข้อคำถามที่กำหนดไว้ซึ่งผู้ถูกสัมภาษณ์จะตอบข้อคำถามเหมือนกันทุกข้อคำถามที่จะสัมภาษณ์จะต้องสร้างและจัดเตรียมข้อคำถามเป็นอย่างดีก่อนที่จะทำการสัมภาษณ์ผู้สัมภาษณ์ควรทำความเข้าใจกับคำถามทุกข้อให้ตรงกันเสียก่อนเพื่อที่จะได้ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ดียิ่งขึ้น

2. แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Form) สามารถทำการสัมภาษณ์ได้ 3 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

2.1 การสัมภาษณ์แบบไม่จำกัด คำตอบ (Non-Directive Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่ต้องเตรียมคำถามเป็นการพูดคุยกันอย่างธรรมดาไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจะเริ่มต้นสิ่งใดก่อนจนกระทั่งจะจบลงด้วยสิ่งใดผู้สัมภาษณ์จะต้องตั้งคำถามตามสถานการณ์ระหว่างการสนทนาผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามให้ผู้ให้ข้อมูล (Informant) สามารถพรรณนาความรู้สึกนึกคิดของตนเองเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ออกมาเองผู้สัมภาษณ์จะรับฟังและตอบโต้ด้วยความเข้าใจในความรู้สึกนึกคิด

ที่ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงออกมาผู้ถูกสัมภาษณ์จะมีความรู้สึกว่ามีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่างๆในการสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่นมากผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์การที่จะได้ข้อมูลจริงเพียงไรขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์โดยตรงซึ่งจะต้องใช้เทคนิคในการสัมภาษณ์โดยส่วนมากการสัมภาษณ์ประเภทนี้มักจะเป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพทางอารมณ์ค่านิยมทางการดำเนินงานการดำเนินชีวิตและอุดมการณ์ ดังนั้นการสัมภาษณ์แบบไม่ จำกัด คำตอบจำเป็นและนิยมใช้กันมากในหมู่นักจิตวิทยานักสังคมสงเคราะห์และแพทย์ผู้สัมภาษณ์จำเป็นต้องสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองมากที่สุดเพื่อให้ผู้ตอบอยู่ในอารมณ์ที่สบายอกสบายใจ

2.2 การสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจโดยเฉพาะ (Focuses Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายหรือมีความสนใจในบางเรื่องอยู่แล้วจึงพยายามตะล่อมให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้แสดงออกมาอย่างมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้น ๆ

2.3 การสัมภาษณ์แบบหยั่งลึก (In-depth Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริงไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไมการสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้ยเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

กิติพัฒน์ นนทปัทมะดุลย์ (2560, น. 123-129) กล่าวว่า แบบสัมภาษณ์สามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือแบบมาตรฐาน (Structured or Standardized Interviews) เป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดคำถามเฉพาะเจาะจงและชัดเจนหลักการ และเหตุผลของแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างคือการพยายามทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ได้รับชุดคำถามชุดเดียวกันเพื่อว่าจะสามารถเปรียบเทียบคำตอบของแต่ละคนได้สะดวกขึ้น

2. แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างหรือแบบปลายเปิด (Unstructured or Open Ended Interviews) เป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บรวบรวมสาระด้านการรับรู้โลกและประสบการณ์ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างดูยืดหยุ่นและลื่นไหลไปตามสถานการณ์เพราะแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างไม่ได้ใช้ข้อคำถามที่กำหนดไว้อย่างตายตัว แต่จะมีลักษณะรวบรวมชุดของคำถามที่สำคัญ ๆ ที่มีที่มาจากข้อสันนิษฐานอันหลากหลายกว่าการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

3. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured or Guided Interviews) หรือเรียกอีกอย่างว่าแบบสัมภาษณ์แบบชี้นำโดยปกติเป็นการสัมภาษณ์ที่นักวิจัยจะกำหนดคำถามที่พอจะตัดสินใจได้ว่าจะถามอะไรบ้างหรือใช้คำสำคัญ (Keywords) เป็นเครื่องชี้นำการสัมภาษณ์ซึ่งเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก

สรุปได้ว่าแบบสัมภาษณ์แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้างหมายถึง แบบสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง แบบสัมภาษณ์ที่ไม่มีโครงสร้างหมายถึงแบบสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอนผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระและผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์

ในขณะสัมภาษณ์ได้และแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างหมายถึงแบบสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อคำถามและสามารถเพิ่มคำถามได้ในระหว่างการสัมภาษณ์ซึ่งเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก

**2.4.5 หลักการสัมภาษณ์**

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงหลักการสัมภาษณ์ไว้ดังนี้

ไพศาล วรคำ (2562, น. 212-213) กล่าวว่า หลักการของการสัมภาษณ์ไว้ดังนี้

1. เตรียมการสัมภาษณ์เตรียมหัวข้อที่จะสัมภาษณ์กำหนดเวลาในการสัมภาษณ์เตรียมสถานที่สัมภาษณ์
2. เริ่มต้นสัมภาษณ์เด็กด้วยการสร้างมิตรภาพทำให้ผู้มารับการสัมภาษณ์รู้สึกเป็นกันเองและให้ความไว้วางใจผู้สัมภาษณ์
3. ผู้สัมภาษณ์ต้องแสดงตนเป็นผู้รับฟังที่ดีไม่แสดงอาการเบื่อหน่ายต้องแสดงว่ามีความสนใจและตั้งใจฟัง
4. ผู้สัมภาษณ์ต้องใช้คำที่เข้าใจง่ายถามซ้ำ ๆ และพูดอย่างชัดถ้อยชัดคำ ไม่เป็นคำถามรวดเร็วเกินไปจนผู้ตอบงงหรือสับสน
5. ผู้สัมภาษณ์ไม่ควรจะพูดหรือคุยมากเกินไปต้องคอยเป็นผู้รับฟังให้โอกาสเด็กพูดให้มากที่สุด
6. ไม่ควรบันทึกคำพูดของเด็กในระหว่างการสัมภาษณ์จะทำให้เด็กเกิดความกังวลหวาดระแวง
7. ในการยุติการสัมภาษณ์ผู้สัมภาษณ์ต้องสร้างบรรยากาศที่ดีทำให้ผู้รับการสัมภาษณ์พึงพอใจที่จะกลับมาอีกครั้งหนึ่ง
8. การบันทึกการสัมภาษณ์ต้องทำทันทีเมื่อเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ไม่ควรทิ้งไว้นาน ๆ เพราะอาจลืมรายละเอียดได้

ไพศาล วรคำ (2562, น. 214)) กล่าวว่า การสร้างแบบสัมภาษณ์มักเป็นคำถามกว้าง ๆ ให้ผู้ตอบตอบโดยอิสระและได้ข้อมูลที่เป็นความจริงมากที่สุดซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ

1. ศึกษาทฤษฎีหลักการตัวแปรหรือประเด็นสำคัญที่ต้องการทราบข้อมูล
2. สร้างข้อคำถามให้สัมพันธ์กับประเด็นที่ต้องการทราบข้อมูลโดยยึดหลักดังนี้ 2.1 ไม่ใช้คำถามที่เป็นการชักนำให้เกิดคำตอบที่ต้องการ

2.2 ไม่ใช้คำถามที่ทำให้ผู้ตอบรู้สึกต่อต้านหรือทำให้เกิดอคติในการตอบข้อมูล

2.3 ไม่ใช้คำถามที่เป็นความขัดแย้งค่านิยมของสังคมเพราะผู้ตอบจะตอบตามค่านิยมทำให้ไม่ได้รับความจริง

3. นำแบบสัมภาษณ์ที่ออกแบบข้อคำถามไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา
4. นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการทดสอบความตรงทดลองใช้กับผู้ที่มีลักษณะใกล้เคียง

Hammill and Bartel (1995, p. 30) กล่าวว่า แนวคิดในการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. ให้เลือกตัวอย่างทีละอย่างและให้ลำดับก่อนหลัง
2. เริ่มต้นด้วยปัญหาง่าย ๆ ก่อนเพราะจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจนักเรียนเกิดความคิด

3. บันทึกการสัมภาษณ์ด้วยเทปเสียงหรือในสมุดบันทึกเทปเสียง

4. ให้นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาและอธิบายโดยการพูด

5. ให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างอิสระโดยใช้วิธีการของนักเรียนเองโดยที่ครูไม่ต้องให้คำแนะนำหรือเสนอแนะว่านักเรียนกำลังทำผิด

6. หลีกเลี่ยงการเร่งให้นักเรียนทำงานเสร็จเร็ว ๆ เพราะอาจจะเป็นการสร้างความกดดันหรือสกัดกั้นความคิดของนักเรียนการสัมภาษณ์เช่นนี้ควรใช้เวลาประมาณ 15-45 นาที

ไพศาล วรคำ (2562, น. 214) กล่าวว่า วิธีการบันทึกการสัมภาษณ์มี 2 วิธี ดังนี้

1. การจดบันทึกวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมเป็นอย่างมากเพราะเป็นวิธีการที่ประหยัด แต่ก็ยังมีข้อที่ถกเถียงกันว่าควรจะมีการจดบันทึกในขณะที่สัมภาษณ์หรือหลังสัมภาษณ์แบบใดจะเหมาะสมที่สุดเพราะแต่ละแบบก็จะมีทั้งข้อดีและข้อเสียต่างกันไปถ้าการสัมภาษณ์เพื่อหาข้อเท็จจริงที่มีรายละเอียดมากยากแก่การจำก็อาจจะจดบันทึกในขณะที่สัมภาษณ์ แต่ถ้าเป็นเรื่องที่เป็นประเด็นใหญ่ ๆ หรือเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ต้องการรายละเอียดก็อาจจะจดบันทึกหลังการสัมภาษณ์เสร็จสิ้นแล้วก็ได้

2. การบันทึกเทปโดยปกติแล้วจะจัดทำในห้องสัมภาษณ์ที่มีลักษณะพิเศษและซ่อนเทปไว้โดยไม่ให้ผู้ถูกสัมภาษณ์รู้ตัว แต่ถ้าใช้บันทึกเทปแบบธรรมดาก็ห้องขออนุญาตและชี้แจงเหตุผลหรือจุดมุ่งหมายในการบันทึกเทปการสัมภาษณ์ในครั้งนั้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เข้าใจและถ้าผู้ถูกสัมภาษณ์อนุญาตให้บันทึกเทปได้ผู้สัมภาษณ์จึงจะทำการบันทึกได้

สรุปได้ว่าหลักการสัมภาษณ์จะต้องวางแผนและเตรียมการสัมภาษณ์เป็นอย่างดีเพื่อที่จะได้ข้อเท็จจริงตามประเด็นที่ผู้สัมภาษณ์ต้องการ

## 2.5 การหาคุณภาพของเครื่องมือ

จากการศึกษาการหาคุณภาพของเครื่องมือ ขอนำเสนอในประเด็นของความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือ ความเที่ยงตรง ความยากและอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 2.5.1 ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือ

จากการศึกษาค้นคว้าได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545, น. 81) ได้กล่าวถึงความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือว่า เครื่องมือรวบรวมข้อมูลจะต้องมีคุณภาพหลายประการประกอบกัน ดังนี้

1. ทุกข้อต้องมีคุณภาพเข้าตามเกณฑ์ในด้านระดับความยากอำนาจจำแนกความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

2. เมื่อนำทุกข้อที่มีคุณภาพตามข้อที่ 1 มารวมกันเป็นฉบับเครื่องมือทั้งฉบับนั้นจะต้องมีคุณภาพในด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น

สมนึก ภัททิยธานี (2551, น. 193) ได้กล่าวถึง ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือว่า การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบเป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่ามีคุณภาพดีเพียงใด ลักษณะเป็นรายข้อและทั้งฉบับ ถ้าข้อสอบข้อดีหรือฉบับใดมีคุณภาพดีก็ควรนำไปใช้แต่ถ้าบกพร่องก็ควรปรับปรุงแก้ไข

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 134) ได้กล่าวถึง ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือว่า เครื่องมือวัดผลที่ดีจะต้องเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพจึงจะช่วยให้การวัดผลมีความถูกต้องเชื่อถือได้ และผลการประเมินที่ได้ย่อมเชื่อถือได้ด้วย ดังนั้นก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้จริงจึงควรตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือก่อนทุกครั้ง การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่องความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก และความเป็นปรนัย

ไพศาล วรคำ (2561, น. 265) ได้กล่าวถึง ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือว่าเป็นคุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความสามรถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เช่น ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก เป็นต้น คุณสมบัติที่บ่งชี้คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นเป็นหลัก ส่วนอำนาจจำแนกนั้นจะใช้เฉพาะในกรณีของแบบทดสอบและแบบสอบถาม และความยากจะใช้ได้เฉพาะกรณีแบบทดสอบเท่านั้น

สรุปได้ว่า ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือ เป็นการบ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย ซึ่งการหาคุณภาพของเครื่องมือเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่องความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก เป็นต้น ซึ่งถ้าเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีคุณภาพและเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ แต่ถ้ามีความบกพร่องก็จะนำไปปรับปรุงให้ได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่ดีก่อนนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

**2.5.2 ความเที่ยงตรง**

จากการศึกษาความเที่ยงตรงได้มีนักวิชาการหลายท่านกล่าวไว้ ดังนี้

ความเที่ยงตรง เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพในการทำนายผลของพฤติกรรม หรือเป็นค่าสหสัมพันธ์ของเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับองค์ประกอบที่ต้องการวัด ซึ่งเครื่องมือแต่ละอย่างจะมีจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง ดังนั้นเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายหนึ่งไม่จำเป็นต้องมีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายทั้งหมด (Wainer and Braun, 1998, p. 20) ซึ่งได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเที่ยงตรง หรือความตรง ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 134-135) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบสิ่งที่ควรพิจารณา ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องที่อ้างถึงการตีความหมายของผลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือประเมินผล ไม่ใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แต่เป็นความเที่ยงตรงของการตีความหมายที่ได้จากผลการทดสอบ

2. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องของระดับ ไม่ใช่เป็นเรื่องมีหรือไม่มี การบอกความเที่ยงตรงของแบบทดสอบควรเน้นการเจาะจง เช่น ความเที่ยงตรง สูง ปานกลาง หรือต่ำ

3. ความเที่ยงตรงจะเป็นความเที่ยงตรงเฉพาะเรื่องที่ต้องการวัดเสมอไม่มีแบบทดสอบใดที่มีความเที่ยงตรงทุกวัตถุประสงค์ เช่น แบบทดสอบเลขคณิต อาจมีความเที่ยงสูงในการวัดทักษะการคำนวณ แต่มีความเที่ยงตรงต่ำในการวัดเหตุผลเชิงตัวเลข และอาจมีความเที่ยงตรงปานกลางในการคาดคะเนผลการเรียน

4. ความเที่ยงตรงเป็นมโนทัศน์เดียว หมายความว่า ความเที่ยงตรงเป็นค่าตัวเลขเดียวที่ได้มาจากหลักฐานหลายแหล่ง หลักพื้นฐานที่ใช้ยึดในการตีความหมายของความเที่ยงตรงก็คือเนื้อหาเกณฑ์ที่กำหนดและโครงการ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 99) ได้กล่าวถึง ความเที่ยงตรงว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อ เรื่องความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี การตรวจสอบความเที่ยงตรงเป็นกระบวนการรวบรวมและวิเคราะห์หลักฐานเพื่อการสนับสนุนความเหมาะสม และความถูกต้องของการนำคะแนนจากเครื่องมือวัดไปสรุป ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่องการตรวจสอบความเที่ยงตามเกณฑ์สัมพันธ์และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี

ไพศาล วรคำ (2561, น. 266) ได้กล่าวถึง ความเที่ยงตรงว่า ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่องหรือเกณฑ์หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความเที่ยงตรงจึงถือว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกประเภท เพราะเป็นคุณสมบัติเกี่ยวข้องกับคุณภาพ ด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด เนื่องจากความเที่ยงตรงของค่าวัดจากเครื่องมือวัดเป็นความสัมพันธ์หรือสอดคล้องระหว่างค่าวัดของเครื่องมอวัดนั้นกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือตัวเกณฑ์ ดังนั้น การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงจึงเป็นการหาความสัมพันธ์หรือสอดคล้องระหว่างค่าวัดของตัวแปรวิธีการ แสดงหลักฐานความเที่ยงตรงจึงขึ้นอยู่กับชนิดของค่าวัดที่ได้จากตัวแปร ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการแสดงหรือว่าเครื่องมือนั้นสามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมเนื้อหาวิชาการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใดโดยการเทียบกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางกำหนดข้อสอบสิ่งกำหนดตัวอย่างหัวข้อเนื้อหาสาระวิชาและพฤติกรรมจากเนื้อหาสาระวิชาทั้งหมด และถือว่าเป็นตัวแทนที่ดีแล้วการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือวัด สามารถพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ค่า IOC ที่มีค่า 0.50 ขึ้นไปแสดงว่ามีความสอดคล้องหรือเป็นตัวแทนจุดประสงค์ของวิชา

สำหรับสูตรที่ใช้ในการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบโดยคำนวณจากสูตรของบุญเชิด ถิญโญอนันตพงษ์ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 262-263) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{N} \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อ $IOC$ แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$R_i$ แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum_{i=1}^{n} R_i$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$N$ แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) ของค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดที่ต้องการกับค่าที่วัดได้จากเกณฑ์ ซึ่งสามารถคำนวณได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับค่าที่วัดได้ ซึ่งอาจใช้สูตร Pear Product Moment (เมื่อข้อมูลเป็นคะแนนทั้ง 2 ชุด) หรือ Spearman Rank Order (เมื่อข้อมูลเป็นการจัดอันดับ) ซึ่งแยกตามเกณฑ์เป็นการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามสภาพและการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามพยากรณ์

3. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงว่าเครื่องมือนั้นสามารถวัดขอบเขตความหมาย หรือคุณลักษณะประจำตามโครงสร้างทฤษฎีที่สมมุติขึ้นได้เพียงใด

สรุปได้ว่าความเที่ยงตรงหมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดหรือมีความสอดคล้องเหมาะสมของผลที่ได้จากการวัด และความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือโครงสร้าง

**2.5.3 ความยากและอำนาจจำแนก**

จากการศึกษาความยากและอำนาจจำแนกได้มีนักวิชาการหลายท่านกล่าวไว้ ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2551, น. 138) ได้กล่าวถึงความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นจะถือว่าง่าย แต่ถ้าข้อสอบนั้นมีคนตอบถูกน้อย ข้อสอบข้อนั้นถือว่ายาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลางข้อสอบนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คนและไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้ โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูง

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 102) ได้กล่าวถึงความยากและอำนาจจำแนกว่าสัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก เช่น ข้อสอบข้อหนึ่งมีคนตอบ 100 คน ปรากฏว่าตอบถูกเพียง 30 คน แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีระดับความยาก (P) เท่ากับ 0.30 หรือ 30% ดังนั้นระดับความยากของข้อสอบจึงมีค่าตั้งแต่ 0.00-1.00 ถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกมาก P จะมีค่าสูง (เข้าใกล้ 1) แสดงว่าข้อนั้นง่าย ในทางตรงก้นข้ามถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกน้อย P จะมีค่าต่ำ (เข้าใกล้ 0) แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก โดยทั่วไปข้อสอบที่มีค่า P ระหว่าง 0.02-0.80 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และข้อสอบทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ยประมาณ 0.50 ส่วนอำนาจจำแนก (Discrimination power of The Items) หมายถึง ความสามรถของข้อสอบในการจำแนก หรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างข้อสอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้ โดยถือว่าคนที่เก่งหรือมีความสามารถควรทำข้อสอบนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนหรือไม่มีความสามารถไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ อำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 แต่อำนาจจำแนกที่ดี

จะต้องมีค่าบวก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบปรนัย

$$r = \frac{2\left(f_H - f_L\right)}{n} \tag{2-2}$$

เมื่อ $r$ แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ
$f_H$ แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
$f_L$ แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
$n_H, n_L$ แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ
$n$ แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมด $(n = n_H + n_L)$

สำหรับการหาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 309)

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY' - \sum X \sum Y'}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2\right]\left[n\sum Y'^2 - \left(\sum Y'\right)^2\right]}} \tag{2-3}$$

เมื่อ $r_{xy}$ แทน ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อคำถาม
$X$ แทน คะแนนของข้อคำถามข้อนั้น
$Y$ แทน คะแนนรวมจากข้อคำถามทั้งหมด
$Y'$ แทน คะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว $Y' = Y - X$
$n$ แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัยดำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ (ไพศาล วรคำ 2561, น. 309)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N\left(X_{\max} - X_{\min}\right)} \tag{2-4}$$

เมื่อ $D$ แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
$S_U$ แทน ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ
$S_L$ แทน ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ
$N$ แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
$X_{\max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ
$X_{\min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

**ตารางที่ 2.11** เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

| ความยาก (P) | ความหมาย | อำนาจจำแนก (D) | ความยาก |
|---|---|---|---|
| 0.80-1.00 | ง่ายมาก | 0.60-1.00 | ดีมาก |
| 0.60-0.79 | ค่อนข้างยาก | 0.40-0.59 | ดี |
| 0.40-0.59 | ปานกลาง | 0.20-0.39 | พอใช้ |
| 0.20-0.39 | ค่อนข้างยาก | 0.10-0.19 | ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง |
| 0.00-0.19 | ยากมาก | 0.00-0.09 | ต่ำมาก ต้องปรับปรุง |

ไพศาล วรคำ (2561, น. 298) ได้กล่าวถึงความยากข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้น ความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่ายหรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficult Index: p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยากหรือมีค่าดัชนีต่ำ

การหาค่าความยากของข้อสอบโดยทั่วไปจะนิยมหาเฉพาะในการสอนแบบอิงกลุ่มเพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.08 ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้นต้องพิจารณาความรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่ค่อยคำนึงถึงความยากของข้อสอบแต่จะพิจารณาพฤติกรรมและเนื้อหาที่ต้องการวัดมากกว่าการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการหาเพื่อให้ทราบระดับความยากเท่านั้น ซึ่งถ้าการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์ก็มักจะหาทั้งดัชนีความยากก่อนเรียนและดัชนีความยากหลังเรียนโดยใช้สูตรเดียวกับความยากแบบอิงกลุ่ม

การหาความยาก (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูกต้อง ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Cifficulty Index: p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอนั้นยาก หรือมีดัชนีความยากต่ำ เช่น แบบทดสอบฉบับหนึ่งนำไปทดลองกับนักเรียน 50 คน ได้ผลดังนี้

ข้อที่ 1 มีนักเรียนตอบถูก 45 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 45/50 = .90
ข้อที่ 2 มีนักเรียนตอบถูก 30 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 30/50 = .60
ข้อที่ 3 มีนักเรียนตอบถูก 25 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 25/50 = .50
ข้อที่ 4 มีนักเรียนตอบถูก 0 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 0/50 = .00
ข้อที่ 5 มีนักเรียนตอบถูก 50 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 50/50 = 1.00

ดังนั้น ค่าดัชนีความยากจึงหาได้จาก (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 298)

$$P = \frac{f}{n} \tag{2-5}$$

เมื่อ $P$ แทน ดัชนีความยาก
$f$ แทน จำนวนผู้ตอบถูก
$n$ แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

สำหรับข้อสอบอัตนัยการหาดัชนีความยากจะมีวิธีการแตกต่างไปจากข้อสอบปรนัยบ้าง เนื่องจากคะแนนที่เป็นไปได้ของข้อสบอัตนัยแต่ละข้อไม่ใช่ 0 หรือ 1 เหมือนกับข้อสอบปรนัย การหาดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยทำได้โดยการแบ่งผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่ม ๆ ละเท่า ๆ กัน คือ กลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ จากนั้นคำนวณหาดัชนีความยากจากสูตร (Whitney and Sabers) ส่วนการแปลผลดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยก็ใช้เกณฑ์เดียวกับดัชนีความยากของข้อสอบปรนัย

สำหรับสูตรที่ใช้ในการหาค่าความยากของแบบทดสอบ จะต้องแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้เทคนิค 25% ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 299)

$$P = \frac{S_H + S_L - \left(2nX_{\min}\right)}{2n\left(X_{\max} - X_{\min}\right)} \qquad (2\text{-}6)$$

เมื่อ $P$ แทน ดัชนีความยาก
$S_H$ แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
$S_L$ แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
$n$ แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์
$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำในข้อนั้น

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น ในแบบทดสอบข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกก็คือข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ เครื่องมือที่นิยมหาอำนาจจำแนก ได้แก่ แบบทดสอบและแบบทดสอบถามเทคนิค การหาอำนาจจำแนกมีหลายวิธีตามลักษณะของเครื่องมือ ดังนี้

1. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม ดังนี้
   1.1 เทคนิคร้อยละ 50
   1.2 เทคนิคร้อยละ 27
   1.3 การหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม
   1.4 การหาสหสัมพันธ์แบบ Point Biserial
2. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หาได้ 2 แบบ ดังนี้
   2.1 ดัชนีอำนาจจำแนกของ Brennan’s Index: B-Index
   2.2 ดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index: S)
3. การหาอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัย ในกรณีของข้อสอบอัตนัยค่าคะแนนในแต่ละข้อมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตร Whitney and Sabers

สรุปได้ว่า ความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่ทำให้ทราบได้ว่าข้อสอบนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อยเพียงใด ถ้าตอบถูกเป็นจำนวนมากแสดงว่าข้อสอบนั้นถือว่าง่าย แต่ถ้าข้อสอบมีคนจำนวนตอบถูกน้อย แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นถือว่ายาก แต่ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างสลับกันไปแสดงว่าข้อสอบนั้นมีความยากปานกลาง ซึงข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ ควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คนและไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบหรือข้อคำถามที่จำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างว่าแต่ละบุคคลอยู่ในระดับไหน ไม่ว่าจะเป็นระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครเข้าใจ-ไม่เข้าใจ โดยยึดหลักที่ว่า คนที่เก่งจะตอบถูก ส่วนคนไม่เก่งจะตอบผิด และข้อสอบที่ดีควรที่จะแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ และอำนาจจำแนกจะมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก

**2.5.4 ความเชื่อมั่น**

จากการศึกษาความเชื่อมั่นได้มีนักวิชาการหลายท่านกล่าวไว้ ดังนี้

Burry-Stock, et al. (1996, p. 118) ได้ศึกษาดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนซึ่งเป็นความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน ได้ผลดังนี้

ความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน การลงความคิดเห็นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนถูกอ้างอิงถึงระดับการตัดสินใจในการให้คะแนนพฤติกรรมที่ต้องการศึกษา เป็นความแตกต่างทางความคิดตามวิธีการทางการวัดทางจิตวิทยาเรื่องความเชื่อมั่นในการคิด ความเข้าใจของการลงความเห็นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน เป็นความจำเป็นทางการวัดผลทางจิตวิทยาที่นำข้อมูลเป็นรายบุคคลและคะแนนรวมในวิชาต่าง ๆ ที่มีจุดมุ่งหมายกำหนดไว้ตามวิธีของการแสดงความคิดเห็นของผู้ตรวจให้คะแนน มีความตั้งใจในการนำมาใช้กับผู้ฝึกหัด หรือนักศึกษา หรือนักจิตวิทยา นักวัดผลและนักวิจัย

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2552, น. 88) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นว่า ตรงกับภาษาอังกฤษ “Reliability” หมายถึง “Stability and Consistency” ของคะแนนสอบ จึงเป็นที่เข้าใจของกลุ่มนักวัดผลคนไทยว่า Reliability หมายถึง ระดับความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบจากการทดสอบเรื่องเดียวกันในเวลาใดก็ตาม อย่างไรก็ดีสำหรับการคำที่ต่างกันไป เช่น ความเชื่อมั่นความเที่ยง

ศิริชัย กาญจนวาลี (2552, น. 59-60) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นว่า เป็นความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ และวิธีการประมาณค่าความเชื่อนั้น สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ โดยมีความหมายและวิธีการประมาณค่า ดังแสดงในตารางที่ 2.12

**ตารางที่ 2.12** ประเภทของความเชื่อมั่นความหมายและวิธีการประมาณค่า

| ประเภท | ความหมาย | วิธีการประมาณค่า |
|---|---|---|
| 1. ความเชื่อมั่นแบบคงที่ (Measure of Stability) | ความคงเส้นคงวาขอคะแนนจากการวัดในช่วงที่ต่างกันโดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบเดิม (Test-Retrs Method) | คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากคนกลุ่มเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกัน โดยทำการวัดซ้ำ สองครั้งในเวลาต่างที่ต่างกัน |
| 2. ความเชื่อมั่นแบบความสมมูล (Measure of Equivalent) | ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกันโดยใช้แบบสอบที่สมมูล | คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในเวลาเดียวกันจากคนกลุ่มเดียวกันโดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับ ที่ทัดเทียมกัน |

(ต่อ)

**ตารางที่ 2.12 (ต่อ)**

| ประเภท | ความหมาย | วิธีการประมาณค่า |
|---|---|---|
| 3. ความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน (Measure of Internal Consistency) | ความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้อหรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหารายข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัดโดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้<br>3.1 วิธีแบบครึ่งข้อสอบ (Spilt-half Method)<br>3.2 วิธีของ Kuder-Richardson Method<br>3.3 วิธีสัมประสิทธิ์ Cronbach's Alpha Method<br>3.4 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Hoyt's Analysis of Variance Method | - คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเป็นเอกพันธ์ระหว่างคะแนนของกลุ่มข้อสอบ 2 กลุ่มจากการวัดด้วยแบบสอบถามเดียวกันคำนวณค่า<br>- สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากการแบ่งครึ่งข้อสอบที่สมมูลกัน เช่น แบ่งเป็นข้อคู่และข้อคู่จากนั้นใช้สูตรของเปียร์แมนราวคำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อ (ซึ่งให้คะแนนแบบ 0.1) และคะแนนรวมจากนั้นจึงใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อและคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางจากนั้นจึงใช้สูตรของฮอยล์ |

ในกรณีที่ข้อสอบเป็นแบบความเรียง (Essay Tests) ที่มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ ผู้ตรวจให้คะแนน (Rater) แต่ละคนอาจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนจึงสำคัญมากสำหรับเครื่องมือวัดทักษะนี้ วิธีการง่าย ๆ ในการหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะ แนนก็คือให้ผู้ตรวจให้คะแนนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ให้คะแนนในแบบทดสอบเดียวกันหรือพฤติกรรมเดียวกัน แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากผู้ตรวจ โดยการหาสัมประสิทธิ์ความพ้องกันหรือดัชนีความสอดคล้องกัน ซึ่งสูตรการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบคำนวณจากสูตรการหาสัมประสิทธิ์ Cronbach's $\alpha$ - Coefficient ดังนี้ (ไพศาล วรคำ (2561, น. 288)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right] \qquad (2\text{-}7)$$

เมื่อ $\alpha$ แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
$k$ แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$S_i^2$ แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบในแต่ละข้อ
$S_t^2$ แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ไพศาล วรคำ (2561, น. 278) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นว่า เป็นความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดพัฒนามาจากนิยาม คือความสัมพันธ์ระหว่างค่าการวัดหลาย ๆ ครั้ง แต่ด้วยเหตุผลที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้นมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเมื่อเวลาผ่านไปจึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธีภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิด คือ

1. การวัดความคงที่ ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลาย ๆ ครั้ง
2. การวัดความสมมูลกันเป็นการวัดแบบที่เป็นคู่ขนานเพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ
3. การวัดความสอดคล้องภายในซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียวแล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัด

สรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น เป็นระดับความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดเดียวในการวัดซ้ำไปซ้ำมาในหลาย ๆ ครั้ง จากการทดสอบเรื่องเดียวกันในเวลาใดก็ตาม และวิธีวัดค่าประมาณค่าความเชื่อมั่น สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่ ความเชื่อมั่น แบบคงที่ ความเชื่อมั่นแบบความสมมูลกัน และความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัย เรื่อง แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

### 2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีนักวิจัยได้ทำการศึกษา ดังนี้

ณัฐดนัย โสทะ (2563, น. 53-64) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า มีความสอดคล้องกัน 2 กระบวนการคือ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีมากนั่นคือ นักเรียนมีการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้องครบถ้วน หรือการนำเสนอสถานการณ์ โดยใช้สัญลักษณ์แผนภาพให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนสามารถนำกฎเกณฑ์ขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องทุกขั้นตอน และได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องส่วนในกระบวนการที่ 3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ในใบกิจกรรมอยู่ในระดับดีมาก นั่นคือนักเรียนอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้ถูกต้อง และชัดเจนอธิบายความสมเหตุสมผลของวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาถูกต้องและชัดเจนตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทของปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน แต่ในแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลในใบกิจกรรม พบว่านักเรียนอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้ถูกต้องและชัดเจนอธิบายความสมเหตุสมผล

ของวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจนและมีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทของปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน

รสสุคนธ์ แสงแก้ว (2562, น. 80-96) ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ. 05 และงานวิจัยของสมเกียรติอินทสิงห์ (2558, น. 199-204) ได้พัฒนาชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยงโดยใช้เทคนิคสแกฟโฟลดิง โดยผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้เทคนิคสแกฟโฟลดิงได้ชุดฝึกจำนวน 5 หน่วย 2) ผลการนำชุดฝึกไปใช้พบว่า 2.1) นักเรียน 7 คน ทำคะแนนผลการประเมินส่วนใหญ่ได้ในระดับ “ดี” และมีนักเรียน 1 คน ทำคะแนนผลการประเมินส่วนใหญ่ได้ในระดับ “ผ่าน” 2.2) ชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเสี่ยงได้แม้ในบางชุดฝึกต้องเพิ่มนั่งร้านเสริมเข้าไปและในบางชุดฝึกต้องถอนนั่งร้านออกไปสำหรับนักเรียนบางคน 2.3) นักเรียนทุกคนชอบการฝึกในรูปแบบนี้และมีความเห็นว่าตนเองมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นในทุกสมรรถนะที่ได้รับการฝึก

รมิดา จันฟุ่น (2562, น. 83-94) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 2) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งช้างจังหวัดน่าน จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2561 ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่มจาก 3 ห้องเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องถูกจัดแบบคละความสามารถใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 12 คาบ โดยใช้แบบแผนของการวิจัยเป็นแบบ The one-group posttest-only design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติเท่ากับ 30.62 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.49 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 70 2) ดัชนีประสิทธิผลรายกลุ่มของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 0.76 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ 0.5 และ 3) นักเรียนร้อยละ 100 ของนักเรียนทั้งหมดมีค่าดัชนีประสิทธิผลรายบุคคลมากกว่า 0.5

วชิรภรณ์ เทียบเพชร์ (2562, น. 91-99) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลและแนวทางการส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จากผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 มีตัวแปร 5 ตัว โดยสามารถอธิบายการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

ได้ร้อยละ 25.00 ตัวแปรที่ส่งผลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สูงสุดคือความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (X) ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 (Y) ได้ร้อยละ 14.10 ตัวแปรที่มีความสำคัญรองลงมาคือเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (X3) ความถนัดทางการเรียน (X2) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (X4) และความเชื่อมั่นในตนเอง (X5) ตามลำดับ

กมลกานต์ ศรีธิ (2560, น. 54-101) ได้ศึกษาการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่องภาคตัดกรวยส่งผลให้นักเรียนร้อยละ 82.5 มีระดับความสามารถในด้านการติดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง โดยนักเรียนทุกคนสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ส่วนใหญ่สามารถทำปัญหาของสถานการณ์ให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม และสามารถแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องในด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับกลาง โดยสามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้รวมถึงสามารถระบุเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยหาวิธีแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน แต่ในส่วนของการเขียนแสดงวิธีทำพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำกฎเกณฑ์ขั้นตอนวิธีและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องทุกขั้นตอน และในด้านการตีความ และประเมินผลลัพธ์นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับกลางนั่นคือสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ถูกต้องเพียงบางส่วนประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาและอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาได้บางส่วน

รุ่งทิวา บุญมาโตน และคณะ (2560, น. 78) ได้พัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานโดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามวงจร PAOR ทั้งหมด 3 วงจร ผลการวิจัยพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่พัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้ความสำคัญกับการเริ่มต้นบทเรียน ด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น การส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ การส่งเสริมให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและเน้นให้นักเรียนได้สร้างสถานการณ์ในบริบทใหม่ ทำให้นักเรียนที่ต้องการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานส่วนใหญ่มีการเรื่องคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

วิลาวรรณ บุพเต (2560, น. 83) ได้ศึกษาการศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลจากการวิจัยพบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับต่ำกว่า 1 คิดเป็นร้อยละ 46.43 นักเรียนมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 1 คิดเป็นร้อยละ 28.57 นักเรียนมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 17.86 และนักเรียนมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 7.14 ตามลำดับ และสาเหตุของปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกิดจากนักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ แปลความหมาย ประยุกต์ความรู้เดิม

มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ ส่วนแนวทางในการแก้ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ครูควรเพิ่มเวลาให้นักเรียน ฝึกแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ซับซ้อนไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียน และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยครูเป็นผู้แนะนำ

ภูวเดช วรโภชน์ (2559, น. 85) ได้ศึกษาการศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธวัชบุรีวิทยาคม จากผลการวิจัยพบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธวัชบุรีวิทยาคมส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำกว่า 1 คิดเป็นร้อยละ 57.14 โดยพบว่า สาเหตุของปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้แก่ นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดให้มาใช้ในการแก้ปัญหา และแนวทางในการแก้ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์คือ ควรปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้ให้หลากหลาย โดยฝึกให้เด็กคิดมากขึ้นเป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียน และเพิ่มเวลาการฝึกแก้ปัญหาให้มากขึ้น โดยเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

สัตยา นาอุดม (2559, น. 81) การพัฒนาแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ จากผลการวิจัยพบว่า การพิจารณาแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แบบพหุมิติจากข้อสอบที่สร้างขึ้นจำนวน 78 ข้อผ่านเกณฑ์การคัดเลือก จำนวน 74 ข้อ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีข้อสอบ จำนวน 4 ข้อ ที่ไม่ผ่านการคัดเลือกซึ่งเป็นข้อสอบที่วัดในมิติเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ในเรื่องความเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์และปริภูมิและรูปทรงสามมิติเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากจึงทำให้ข้อสอบมีความยากมากซึ่งสอดคล้องบผลการวิจัยของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโครงการ PISA ประเทศไทย (2554) ที่พบว่าเนื้อหาที่นักเรียนไทยมีผลการประเมินคือเนื้อหาพีชคณิตและการวัดประกอบกับการพิจารณาจากค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือค่าานาจจำแนกของข้อสอบในแต่ละมิติจะต้องไม่มีค่าติดลบค่าความยากแบบพหุมิติ (MDIFF) มีค่าอยู่ระหว่าง -4.00 ถึง 4.00 และไม่มีค่าอำานาจจำแนกในแต่ละมิติแตกต่างจากข้ออื่น ๆ มากเกินไป (ค่าสุดโด่ง) ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความยากแบบพหุมิติ (MDIFF) มีค่าเท่ากับ -1.11471 ค่าจุดตัดของความยากแบบพหุมิติ (d) มีค่าอยู่ระหว่าง -0.38 ถึง 1,454 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.152282 และค่าอำนาจจำแนกในมิติที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง -15.366 ถึง 28.925 และมิติที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.309 ถึง 23.37 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า MDIFF ของทั้งสองเนื้อหามีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ปกติที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ d ถ้าค่าเฉลี่ยมีค่าเป็นบวกแสดงว่าข้อสอบง่ายและในทางกลับกันถ้าค่าเฉลี่ยเป็นลบข้อสอบก็จะยากและค่าอานาจจำแนกมีความเกี่ยวข้องกับระดับความยากของข้อสอบดังนั้นจึงส่งผลทำให้ค่าอำนาจจำแนกมีค่าค่อนข้างไปด้วย

จตุพล งามแม้น (2558, น. 80) ได้ศึกษาการศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของครูคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่สอนในห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง สสวท. และ สอวน. จากผลการวิจัยพบว่า ครูคณิตศาสตร์ที่ตอบถูกในข้อสอบ PISA มีสัดส่วนสูงกว่านักเรียนไทยทุกข้อคำถาม แต่มีสัดส่วนสูงกว่านักเรียนนานาชาติเพียง 17 ข้อ คำถามจากทั้งหมด 24 ข้อคำถาม ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ควรจะเป็นคือครูคณิตศาสตร์ที่ตอบถูกในข้อสอบ PISA มีสัดส่วนสูงกว่านักเรียนนานาชาติทุกข้อคำถาม ทั้งที่ครูกลุ่มนี้ได้รับการคัดเลือกให้สอนนักเรียนในหลักสูตรของห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นนักเรียนในกลุ่มเก่งผลการวิจัยนี้สอดรับกับ

ผลการสอบในโครงการ PISA ของนักเรียนไทยที่ได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติและพบว่าครูคณิตศาสตร์ที่มีเพศต่างกัน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยครูเพศชายจะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าครูเพศหญิง แต่อายุไม่แตกต่างกัน ทำให้อายุไม่ได้สอดคล้องกับประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศส่วนใหญ่มุ่งเน้นศึกษาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามแนวทาง สสวท. และ สอวน. พร้อมทั้งศึกษาสาเหตุ และปัญหาของนักเรียนแต่ละระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เช่น นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดให้มาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นต้น เพื่อหาแนวทางการส่งเสริมระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้นกว่าระดับเดิม ได้แก่ ส่งเสริมให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและเน้นให้นักเรียนได้สร้างสถานการณ์ในบริบทใหม่ ทำให้นักเรียนที่ต้องการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

**2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ**

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีนักวิจัยได้ทำการศึกษา ดังนี้

Karonda Foster (2017, pp. 62-71) ได้ศึกษาผลกระทบของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์โดยใช้การฝึกการอ่าน เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ จากผลการวิจัยพบว่า การศึกษากึ่งทดลองเพื่อกำหนดผลของการฝึกหัดการอ่านที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในหลักสูตรวิชา เรขาคณิตเชิงวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่าการฝึกด้านการอ่านทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาเรขาคณิตเชิงวิเคราะห์เพิ่มขึ้นจากการประเมิน ซึ่งจำลองตามเหตุการณ์สำคัญของจอร์เจีย นักเรียนในทั้งสองกลุ่มมีคะแนนก่อนสอบเฉลี่ยในประเภทเริ่มต้น นักเรียนในกลุ่มทดลองจะให้คะแนนเฉลี่ยในประเภทที่โดดเด่นเมื่อสิ้นสุดการศึกษา ในขณะที่นักเรียนในกลุ่มควบคุมจะให้คะแนนเฉลี่ยในประเภทที่เชี่ยวชาญ นอกจากนี้มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน Analytic Geometry ที่ได้รับการแทรกแซงการรู้เรื่องโดยใช้แบบจำลองการฝึกด้านการอ่าน (Schoenbach, Greenleaf, & Murphy, 2012)

Dickinson, Eade, Gough, & Hough (2010, pp. 102-127) ศึกษาผลของการนำแนวคิดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ แก่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางถึงต่ำ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาประเทศอังกฤษ ผลการศึกษาพบว่าการนำแนวคิดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนและพัฒนาความรู้ใน เนื้อหาวิชาให้แก่นักเรียนได้

Koicliu, Berman, and Moore (2007, pp.99-139) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยท่าการศึกษานักเรียนเกรด 8 จำนวน 2 ห้องเรียน 37 คน เป็นระยะเวลา 5 เดือน ยุทธวิธีแก้ปัญหาเป็นการศึกษาความสามารถส่วนตนในการใช้ยุทธวิธีของคำศัพท์ในการสื่อสารเพื่อแก้ปัญหา และการเลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตามหลักสูตรของโรงเรียน เกี่ยวกับวิชาพีชคณิตและเรขาคณิต การพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญหาของนักเรียนจะวิเคราะห์จากค่าเฉลี่ยของผลการสัมภาษณ์การคิดของนักเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยจากการทดสอบเจตคติของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนในกลุ่มเดียวกันมีความก้าวหน้า ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นจากการพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญหา

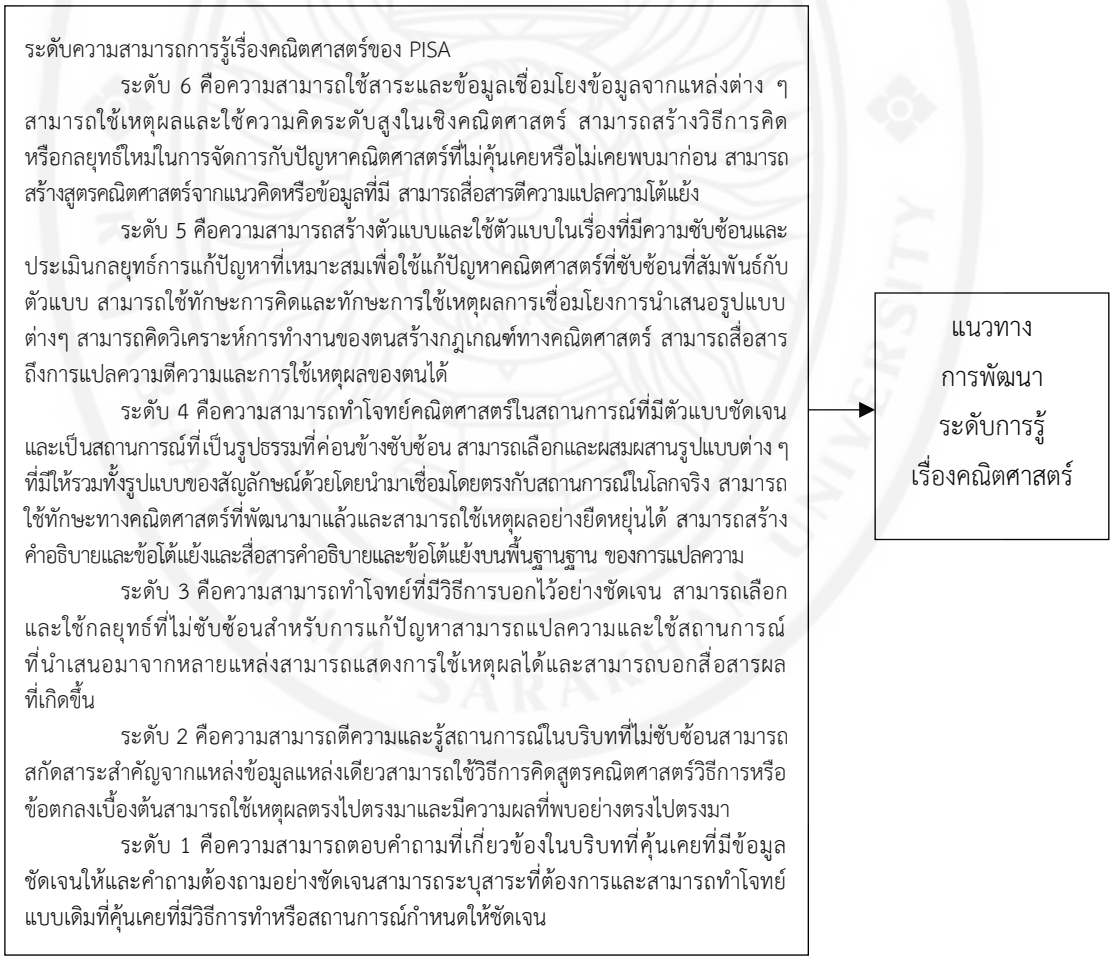
Guzel and Berberoglu (2005, pp. 238-314) ได้ศึกษาการวิเคราะห์หลักสูตรสำหรับนักศึกษาต่างชาติ ในการประเมินผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาวบราซิล ญี่ปุ่น และ นอร์เวย์ ซึ่งทั้ง 3 ประเทศมีความแตกต่างทางวัฒนธรรม โดยการวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงเส้นเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการรู้การอ่านและการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ตาม โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2000 ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ เจตคติต่อการอ่าน ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน สภาพแวดล้อมในห้องเรียน ความสัมพันธ์ในครอบครัว การใช้เทคโนโลยี เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความรู้ด้านการอ่าน ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ในประเทศบราซิล คือ การใช้ 65 เทคโนโลยี ในประเทศญี่ปุ่น คือ ความสัมพันธ์ในครอบครัว และในประเทศนอร์เวย์ คือ เจตคติต่อการอ่าน และในภาพรวมของทั้งสามประเทศ การรู้การอ่านมีอิทธิพลต่อการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการอ่านมีความสัมพันธ์ทางลบกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่มีความสัมพันธ์ทางบวก กับการรู้การอ่าน ความสัมพันธ์ในครอบครัว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรู้การอ่าน นอกจากนี้สภาพแวดล้อมในห้องเรียน ความมีระเบียบวินัย มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

Smith (2005, p. 539) ได้ทำการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้และวิชาคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์บทบาทของภาษาและการแสดงเครื่องหมายสัญลักษณ์ในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อศึกษากระบวนการ และเครื่องมือที่ใช้ในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ ของนักเรียน โดยท่าการทดสอบเจตคติที่มีต่อตนเองของนักเรียนการใช้ภาษา เนื้อความที่ปรากฏในโจทย์คณิตศาสตร์การแก้ปัญหาด้วยตนเอง บทบาทของกระบวนการ ตัดสินใจ และการให้เหตุผลของนักเรียนเกรด 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า เด็ก นักเรียน 3 ใน 4 คน แสดงให้เห็นทั้งความรู้สึกไม่พึงพอใจเหตุผลที่หลากหลายในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ การใช้วิธีทำจากผลเฉลย ไปสู่โจทย์ปัญหา ซึ่งแตกต่างไปจากโจทย์ปัญหาที่ มีพื้นฐานจากสถานการณ์จริง จะช่วยให้นักเรียน สามารถเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น และพบว่าเจตคติที่มีต่อตนเองและความเชื่อของนักเรียน เกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาเรียน เป็นเครื่อง กำหนดรูปแบบการใช้ประโยชน์จากเนื้อความของโจทย์ปัญหา และยังส่งผลต่อการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย ประกอบกับได้มีการออกแบบงานเพื่อใช้ทดลองกับ กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับต่าง ๆ ทำให้เกิดต้นแบบในการสร้าง เครื่องมือและกระบวนการตัดสินใจของนักเรียน รวมทั้งภาษาและเครื่องหมาย สัญลักษณ์ขึ้นมา หลังจากสิ้นสุดการวิจัยด้วย

สรุปได้ว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศเกี่ยวกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นหัวข้อที่นักการศึกษาให้ความสนใจอย่างมากเพราะการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน ทำให้มนุษย์สามารถสร้างแนวคิดทักษะกระบวนการในการหาคำตอบของปัญหา สามารถสรุปและอธิบายเหตุผลในการดำเนินการแก้ปัญหา อีกทั้งสามารถสื่อสารแนวคิดของการแก้ปัญหาให้กับผู้อื่นเข้าใจได้ แต่จากผลการประเมินของ OECD แสดงให้เห็นว่านักเรียนในหลาย ๆ ประเทศมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยเฉพาะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปริภูมิ และรูปทรงสามมิติ การเปลี่ยนแปลง ความสัมพันธ์ปริมาณ และความไม่แน่นอน

## 2.7 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดงานวิจัยดังภาพที่ 2.2




**ภาพที่ 2.5** กรอบแนวคิดการวิจัย

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

## 3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุกูลนารี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน โดยมีนักเรียน จำนวน 40 คน มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 3.1** จำนวนกลุ่มเป้าหมายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน

| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | จำนวนนักเรียน (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| เก่ง | 12 | 30 |
| ปานกลาง | 24 | 60 |
| อ่อน | 4 | 10 |
| รวม | 40 | 100 |

จากตารางที่ 3.1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยพิจารณาจากผลการเรียน 1 ภาคเรียน นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลางมี จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมา คือ ระดับเก่ง มีจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30 และระดับอ่อน มีจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ตามลำดับ

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

3.2.2 แบบสัมภาษณ์

## 3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

**3.3.1 แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์**

การสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ครอบคลุมตามกรอบการประเมินรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามโครงการการประเมินระดับนานาชาติ (PISA) (6 ระดับ 24 ข้อ)

3.3.1.2 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบและการหาคุณภาพแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

3.3.1.3 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

3.3.1.4 สร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ที่สร้างเผื่อไว้ซึ่งใช้จริงเพียง 10 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเรื่อง พื้นที่ผิว และปริมาตร ลักษณะคำถามจะเป็นแบบทดสอบอัตนัย ปรากฏดังตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.2** จำนวนข้อสอบที่สร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ ที่สอดคล้องกับเนื้อหา

| ข้อที่ | เนื้อหา | สร้างจริง (ข้อ) | ใช้จริง (ข้อ) |
|---|---|---|---|
| 1 | พื้นที่ผิว | 10 | 5 |
| 2 | ปริมาตร | 10 | 5 |
| รวม | | 20 | 10 |

จากตารางที่ 3.2 พบว่าจำนวนข้อสอบที่สร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 ข้อ ที่สอดคล้องกับเนื้อหา โดยสร้างจริง 20 ข้อ และนำไปใช้จริง 10 ข้อ

3.3.1.5 นำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษา ความถูกต้องของภาษา และความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามกับผู้ให้ข้อมูล

3.3.1.6 นำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพตรวจสอบความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องโดยผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

1) อาจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก ปร.ด. (คณิตศาสตร์) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

2) อาจารย์ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พินิจ วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก ปร.ด. (คณิตศาสตร์) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

3) นางพรพิมาน ยุบลวัฒน์ วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาโท กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา) ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนอนุกูลนารี ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการสอนคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1) ปรับข้อคำถามให้ครอบคลุมตามประเด็นที่ต้องการ

2) บางข้อคำถามยังไม่ชัดเจนว่าวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในระดับใด

3.3.1.7 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item- Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1

ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 266-278) เลือกข้อคำถามที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ เลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ระหว่าง 0.5-1.00 อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ และนำเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.3.1.8 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.2-1.0 จึงถือว่าข้อสอบใช้ได้ ผลการวิเคราะห์พบว่าข้อสอบรายข้อมีความยากที่อยู่ในเกณฑ์ ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.60-0.70 และมีค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.30-0.40 ซึ่งข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ดังกล่าวมีทั้งหมด 10 ข้อ

3.3.1.9 นำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliabality) ของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยใช้สัมประสิทธิ์และแอลฟ่าของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.7 ขึ้นไปจะถือว่าข้อสอบใช้ได้ ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.866

3.3.1.10 นำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1.11 นำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจให้คะแนนแล้วมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน (Inter-Rater Reliability) ของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความเห็นพ้องของผู้ประเมิน (Rater Agreement Index: RAI) ได้ค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนนเท่ากับ 0.85 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเชื่อถือได้ ผลการวิเคราะห์พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน เท่ากับ 0.93

**3.3.2 แบบสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ**

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบแบบสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ ตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์ จากหนังสือการวิจัยทางการศึกษา

3.3.2.2 กำหนดประเด็นและข้อความสำหรับการสัมภาษณ์ เพื่อหาวิธีการพัฒนาระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับหลักการ ทฤษฎีเกี่ยวกับการตั้งข้อคำถาม ครอบคลุมจุดมุ่งหมายและแนวคิดในแต่ละข้อที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา

3.3.2.3 สร้างแบบสัมภาษณ์ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อหาวิธีการพัฒนาระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์

3.3.2.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสร็จแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ซึ่งมีคำแนะนำดังนี้

1) ใช้ภาษาในข้อคำถามให้เหมาะสม

2) บางข้อคำถามยังไม่ชัดเจน และยังไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย

3.3.2.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสร็จแล้ว สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

1) อาจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก ศษ.ด. (นวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้) ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) นายอุดร กล้าขยัน วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาโท วท.ม. (สถิติประยุกต์) ตำแหน่งทางวิชาการ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสหัสขันธ์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

3) อาจารย์ ดร. อัครพงศ์ วงศ์พัฒน์ วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาโท ศษ.ม. (คณิตศาสตรศึกษา) ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

3.3.2.5 ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะทั้งหมดมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อหาแนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แล้วพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

## 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้มีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 ขอหนังสือจากคณะครุศาสตร์ ส่งไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนอนุกูลนารี เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และกำหนดวันในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

3.4.2 กลุ่มเป้าหมายทำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (1 ชั่วโมง 40 นาที)

3.4.3 ทำการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์

## 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ทำได้ดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ได้จากการทำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมของสถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (2557, น. 30-32) และระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามแนวทาง PISA โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 36-37)

3.5.2 วิเคราะห์แนวทางการพัฒนาการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) การบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ

## 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

**3.6.1 สถิติพื้นฐาน**

3.6.1.1 ร้อยละ (Percentage: %) (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 321)

$$\text{ร้อยละ (\%)} = \frac{f}{n} \times 100 \qquad (3\text{-}1)$$

เมื่อ $f$ แทน เป็นความถี่ของรายการที่สนใจ

$n$ แทน เป็นจำนวนทั้งหมด

3.6.1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean: $\overline{X}$ ) (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 323)

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \quad (3\text{-}2)$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
$x_i$ แทน เป็นคะแนนของคนที่ $i$
$n$ แทน เป็นจำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 325)

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{X})^2}{n-1} \quad (3\text{-}3)$$

เมื่อ $S$ แทน เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
$\overline{X}$ แทน เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
$x_i$ แทน เป็นคะแนนของคนที่ $i$
$n$ แทน เป็นจำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

**3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ**

3.6.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) ของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 269)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{N} \quad (3\text{-}4)$$

เมื่อ $IOC$ แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง
$R_i$ แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
$\sum_{i=1}^{n} R_i$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
$N$ แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.2.2 ค่าความยาก ของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้วยสูตร (Scannell and Tracy, 1975, p. 223)

ค่าดัชนีความยาก $ldiff = \frac{S_H + S_L - [(N_T)]X_{min}}{N_T(X_{max} - X_{min})}$ (3-5)

เมื่อ $Idiff$ คือ ดัชนีค่าความยาก
$S_H$ คือ คะแนนรวมรายข้อของกลุ่มที่ได้คะแนนสูง
$S_L$ คือ คะแนนรวมรายข้อของกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ
$N_T$ คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์
$X_{max}$ คือ คะแนนสูงสุดที่นักเรียนทำได้
$X_{min}$ คือ คะแนนต่ำสุดที่นักเรียนทำได้

3.6.2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์คำนวณตามสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 308)

ค่าดัชนีค่าอำนาจจำแนก $D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$ (3-6)

เมื่อ $D$ คือ ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
$S_U$ คือ ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ
$S_L$ คือ ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ
$N_T$ คือ จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
$X_{max}$ คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ
$X_{min}$ คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

3.6.2.4 การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (a-Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 288)

$$\propto = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{k} s^2{}_i}{s^2{}_t}\right) \quad (3\text{-}7)$$

เมื่อ $\propto$ คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ
$k$ คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
$s^2{}_i$ คือ ความแปรปรวนของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในแต่ละข้อ
$s^2{}_t$ คือ ความแปรปรวนของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ

# บทที่ 4
# ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิจัย ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

## 4.1 ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา ออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

4.1.1 ผลการศึกษาระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

4.1.2 ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

## 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร จากแบบทดสอบความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยจำแนกระดับการรู้เรื่องออกเป็น 6 ระดับ เพื่อศึกษาปัญหาและแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จากแบบสัมภาษณ์แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**4.2.1 ผลการศึกษาระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร**

ผู้วิจัยศึกษาระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยจำแนกออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ถึง ระดับ 6 จากแบบทดสอบความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยศึกษาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์รวมถึงปัญหาในแต่ละระดับ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การศึกษาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีผลการศึกษาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จากกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุกูลนารี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 40 คน ผู้วิจัยได้นำเสนอ ความถี่และร้อยละของแต่ละระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** สรุปผลการศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากแบบทดสอบระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมตาร

| ระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ต่ำกว่าระดับ 1 | 2 | 5 |
| ระดับ 1 | 20 | 50 |
| ระดับ 2 | 9 | 22.5 |
| ระดับ 3 | 5 | 12.5 |
| ระดับ 4 | 4 | 10 |
| ระดับ 5 | - | - |
| ระดับ 6 | - | - |
| รวม | 40 | 100 |

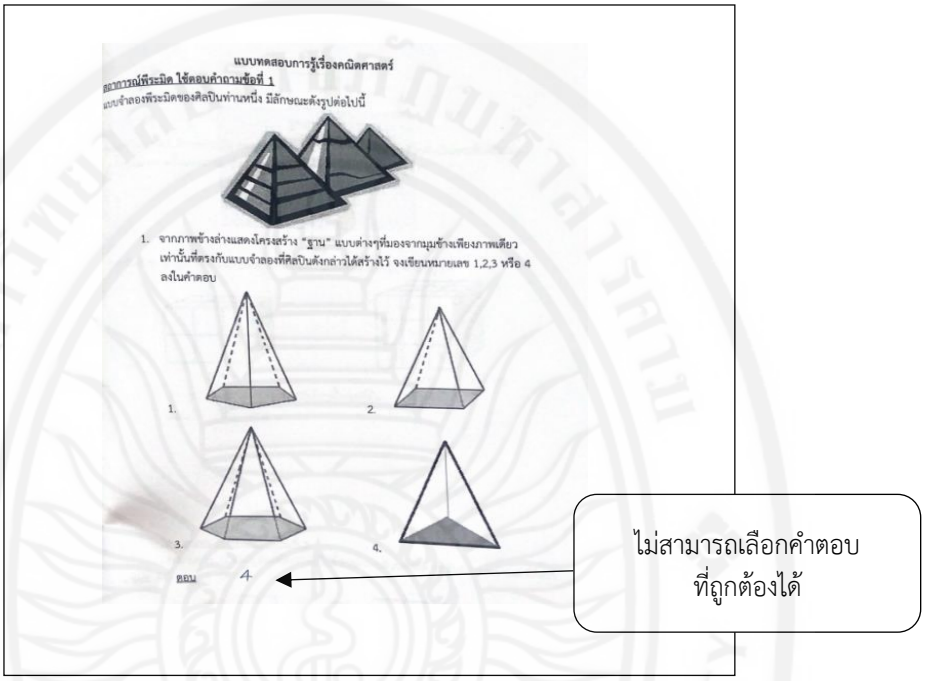
จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 3 อันดับแรก เรียงจากระดับต่ำไประดับสูงต่ำกว่าระดับ 1 คิดเป็นร้อยละ 5 ซึ่งนักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีคิด และไม่สามารถแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้สำเร็จ และแม้จะมีการเขียนคำตอบหรือแก้โจทย์ปัญหานั้นได้นักเรียนก็ไม่สามารถแก้โจทย์ได้อย่างถูกต้อง ระดับ 1 คิดเป็นร้อยละ 50 นักเรียนสามารถทำโจทย์ที่มีวิธีคิดที่บอกไว้ชัดเจน ตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับบริบทที่คุ้นเคย และคำถามต้องถามอย่างชัดเจน อีกทั้งยังสามารถทำได้เพียงแก้ปัญหาตามตัวอย่างที่โจทย์กำหนด ระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 22.5 นักเรียนสามารถทำโจทย์และตีความสถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อน ที่ต้องการการอ้างอิงไม่เกินสองตัวแปร สามารถสกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียว และสามารถใช้สถานการณ์ที่นำเสนออย่างง่ายขั้นเดียว รวมทั้งสามารถใช้วิธีการคิด สูตรคณิตศาสตร์ วิธีการหรือข้อตกลงเบื้องต้นในการแก้ปัญหา และยังสามารถตีความผลที่พบอย่างตรงไปตรงมาตามลำดับ ระดับ 3 คิดเป็น ร้อยละ 12.5 ระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 10 ระดับ 5 และระดับ 6 ไม่มีนักเรียนอยู่ในระดับนี้

จากผลการวิจัยที่นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 เนื่องจากนักเรียนมีพื้นฐานด้านพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับปานกลาง จึงสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ได้รับตามความรู้และประสบการณ์ที่ตนมี และนักเรียนได้พยายามแก้โจทย์ปัญหาตามตัวอย่างที่เคยพบในห้องเรียน นำโจทย์ไปเทียบกับตัวอย่างที่เคยได้เรียนและคิดหาวิธีในการแก้ปัญหาในโจทย์ข้อนั้น

ผู้วิจัยศึกษาตัวอย่าง งานเขียนของนักเรียนเพื่อศึกษาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีตัวอย่างงานเขียนที่ผู้วิจัยได้จำแนกออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำกว่า 1 ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 และระดับ 4 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับ ต่ำกว่าระดับ 1 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง งานเขียนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ต่ำกว่าระดับ 1 ดังภาพ 4.1

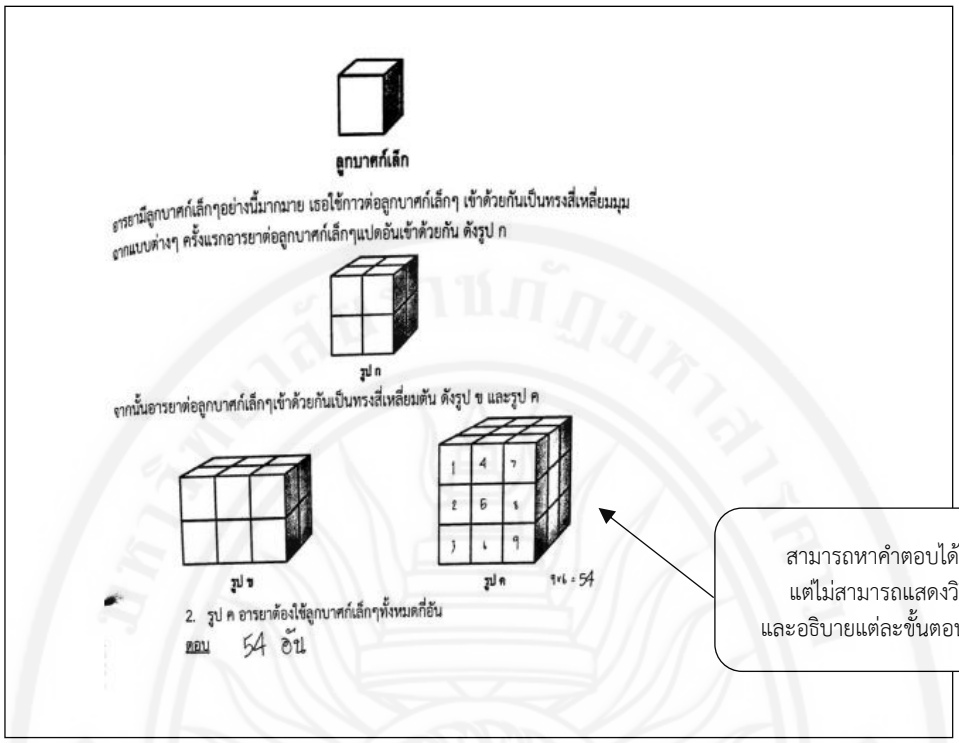



**ภาพที่ 4.1** งานเขียนของนักเรียนที่ต่ำกว่าระดับ 1

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่ต่ำระดับ 1 พบว่า นักเรียนไม่มีมโนทัศเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร ไม่สามารถที่จะวิเคราะห์โจทย์ได้ ไม่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถจินตนาการถึงรูปทรงที่แท้จริงได้จึงทำให้นักเรียนเกิดความผิดพลาดในการเลือกคำตอบ นักเรียนอาจจะมองเพียงแค่รูปทรงภายนอก ไม่ได้มองไปถึงรูปทรงของฐาน เหลี่ยมของพีระมิด และทำให้นักเรียนเลือกตัวเลือกที่ 4 ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด คำตอบที่ถูกต้องก็คือ ตัวเลือกที่ 2 ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งถ้ามองจากรูปทรงของฐาน และเหลี่ยมของพีระมิด จะพบว่าเป็น รูปสี่เหลี่ยมก็จะสามารถรู้คำตอบที่ถูกต้องได้อย่างรวดเร็ว

ผลการวิเคราะห์ งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับ 1 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง งานเขียนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 1 ดังภาพที่ 4.2

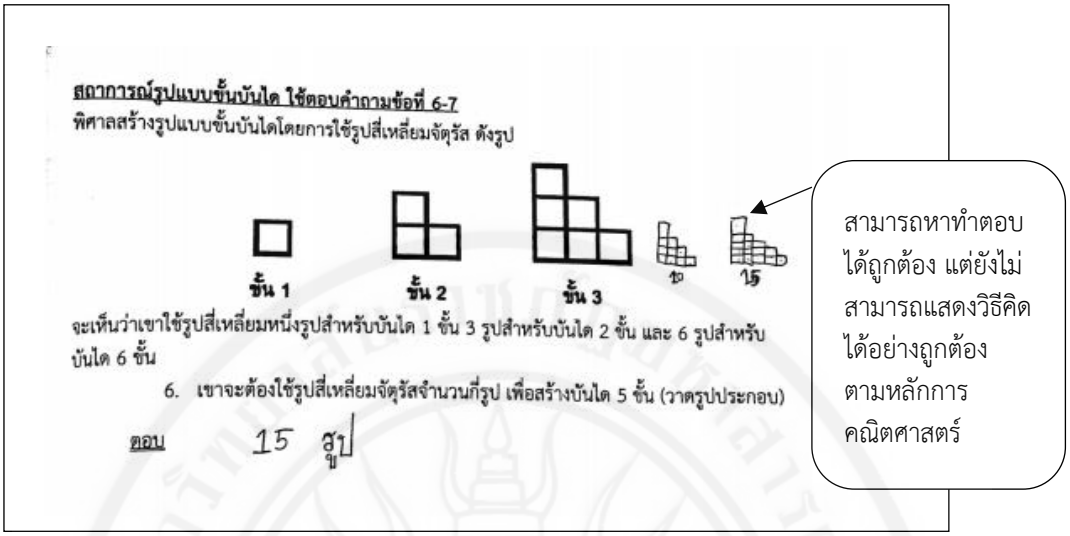



**ภาพที่ 4.2** งานเขียนของนักเรียนที่ได้ระดับ 1

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่ได้ระดับ 1 พบว่า นักเรียนมีพื้นฐานของคณิตศาสตร์และพื้นฐานเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับหนึ่ง เนื่องจากนักเรียนจำเป็นต้องมีพื้นฐานของเรื่องรูปทรงของเรขาคณิต เพื่อทราบว่ารูปทรงสี่เหลี่ยมทรงต่างๆมีกี่ด้าน พอทราบแล้วก็จะสามารถนับจำนวนลูกบากศ์จากรูปทรงที่โจทย์กำหนดได้อย่างง่ายดาย ซึ่งจากที่นักเรียนเลือกคำตอบว่ามีลูกบากศ์ทั้งหมดอยู่ 54 อัน ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งแสดงวิธีนับของตนเอง แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาอยู่พอสมควร

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับ 2 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง งานเขียนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 2 ดังภาพที่ 4.3

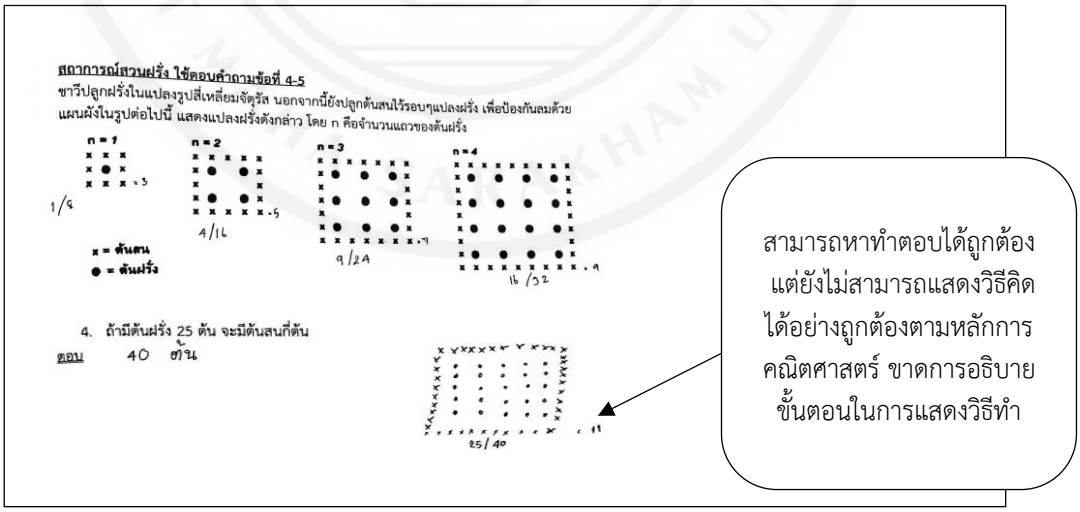



**ภาพที่ 4.3** งานเขียนของนักเรียนที่ได้ระดับ 2

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่ได้ระดับ 2 พบว่า นักเรียนมีพื้นฐานของคณิตศาสตร์และพื้นฐานเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับหนึ่ง เนื่องจากจะคิดวิธีหาคำตอบที่ถูกต้องได้ นักเรียนบางคนอาจจะคิดวิธีการหาคำตอบง่ายๆด้วยการวาดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสซ้อนกันให้คล้ายรูปบันไดที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วก็ใช้วิธีนับจำนวนสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เพิ่มขึ้นมา แล้วก็เลือกคำตอบว่าใช้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวน 15 รูป ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งวาดรูปตามวิธีที่ตนเองใช้หาคำตอบแสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาอยู่พอสมควร

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรในระดับ 3 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง งานเขียนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 3 ดังภาพ 4.4

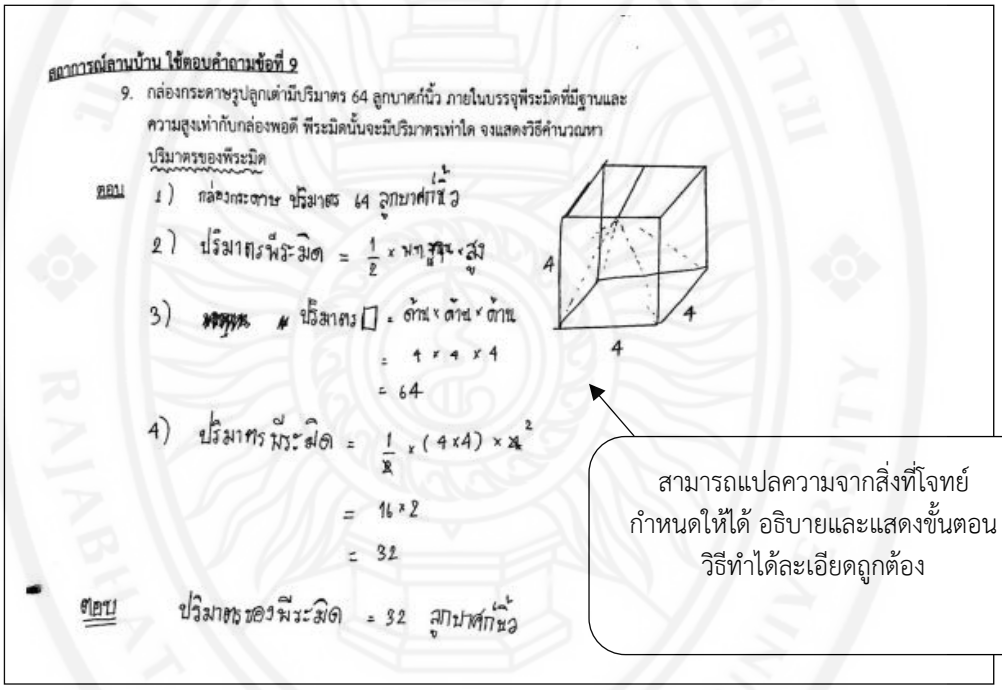



**ภาพที่ 4.4** งานเขียนของนักเรียนที่ได้ระดับ 3

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่ได้ระดับ 3 พบว่า นักเรียนมีพื้นฐานของคณิตศาสตร์และพื้นฐานเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับหนึ่ง เนื่องจากนักเรียนต้องทราบว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีสูตรในการหาพื้นที่อย่างไร เพื่อทราบถึงวิธีการคำนวนจำนวนต้นสน หรือนักเรียนบางคนอาจจะใช้วิธีการนับจำนวนต้นสนจากรูปที่กำหนดมาให้ แล้วประยุกต์สูตรที่มีอยู่เพื่อใช้ในการหาคำตอบ ทำให้นักเรียนเลือกตำตอบว่า มีต้นสนอยู่ 40 ต้น ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมแสดงวิธีคิดในการหาคำตอบของตนเอง แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาอยู่พอสมควร

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับ 4 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง งานเขียนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 4 ดังภาพที่ 4.5




**ภาพที่ 4.5** งานเขียนของนักเรียนที่ได้ระดับ 4

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่ได้ระดับ 4 พบว่า นักเรียนมีพื้นฐานของคณิตศาสตร์และพื้นฐานเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับปานกลาง เพราะโจทย์ที่ให้ค่อยข้างซับซ้อนและใช้สูตรได้หลากหลายในการหาคำตอบ เนื่องจากนักเรียนจำเป็นต้องมีพื้นฐานเรื่องการหาปริมาตรพอสมควร เพราะต้องใช้สูตรการหาปริมาตรช่วยในการหาคำตอบ จากที่นักเรียนแสดงวิธีคิด ขั้นตอนการคิดของตนเองพร้อมทั้งใช้สูตรได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และได้ให้คำตอบว่า ปริมาตรของพีระมิดเท่ากับ 32 ลูกบากศ์นิ้ว ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งแสดงวิธีทำ แนวคิดของตนเองออกมาเป็นขั้นตอนได้นั้น แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาอยู่พอสมควร

การศึกษาปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุกูลนารี โดยจำแนกระดับการรู้เรื่องออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ต่ำกว่าระดับ 1 ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 ระดับ 4 มีผลการศึกษาปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาในแต่ละระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** ผลการศึกษาปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

| ระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ | ปัญหาที่พบ |
|---|---|
| ต่ำกว่าระดับ 1 | นักเรียนไม่มีมโนทัศเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร ไม่สามารถที่จะวิเคราะห์โจทย์ได้ ไม่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถจินตนาการถึงรูปทรงที่แท้จริงได้จึงทำให้นักเรียนเกิดความผิดพลาดในการเลือกคำตอบ นักเรียนอาจจะมองเพียงแค่รูปทรงภายนอก ไม่ได้มองไปถึงรูปทรงของฐาน เหลี่ยมของพีระมิด |
| ระดับ 1 | นักเรียนมีพื้นฐานของคณิตศาสตร์และพื้นฐานเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับหนึ่ง เนื่องจากนักเรียนจำเป็นต้องมีพื้นฐานของเรื่องรูปทรงของเรขาคณิต เพื่อทราบว่ารูปทรงสี่เหลี่ยมทรงต่าง ๆ มีกี่ด้าน พอทราบแล้วก็จะสามารถนับจำนวนลูกบากศ์จากรูปทรงที่โจทย์กำหนดได้อย่างง่ายดาย |
| ระดับ 2 | นักเรียนมีพื้นฐานของคณิตศาสตร์และพื้นฐานเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับหนึ่ง เนื่องจาก นักเรียนบางคนสามารถคิดวิธีการหาคำตอบง่าย ๆ ได้ด้วยตนเอง แต่ยังขาดการอธิบายและแสดงขั้นตอนวิธีทำอย่างละเอียด |
| ระดับ 3 | นักเรียนมีพื้นฐานของคณิตศาสตร์และพื้นฐานเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับหนึ่ง เนื่องจากนักเรียนต้องทราบว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีสูตรในการหาพื้นที่อย่างไร เพื่อทราบถึงวิธีการคำนวนจำนวนต้นสน หรือนักเรียนบางคนอาจจะใช้วิธีการนับจำนวนต้นสนจากรูปที่กำหนดมาให้แล้วประยุกต์สูตรที่มีอยู่เพื่อใช้ในการหาคำตอบ แต่นักเรียนยังขาดการอธิบายและแสดงขั้นตอนวิธีทำอย่างละเอียด |

**ตารางที่ 4.2 (ต่อ)**

| ระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ | ปัญหาที่พบ |
|---|---|
| ระดับ 4 | นักเรียนมีพื้นฐานของคณิตศาสตร์และพื้นฐานเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับปานกลาง เพราะโจทย์ที่ให้ค่อยข้างซับซ้อนและใช้สูตรได้หลากหลายในการหาคำตอบ เนื่องจากนักเรียนจำเป็นต้องมีพื้นฐานเรื่องการหาปริมาตรพอสมควร เพราะต้องใช้สูตรการหาปริมาตรช่วยในการหาคำตอบ จากที่นักเรียนแสดงวิธีคิดขั้นตอนการคิดของตนเองพร้อมทั้งใช้สูตรได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม |

สรุปผลการศึกษาระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำกว่า 1 นักเรียนไม่มีมโนทัศเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร ไม่สามารถที่จะวิเคราะห์โจทย์ได้ไม่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนไม่สามารถจินตนาการถึงรูปทรงที่แท้จริงได้จึงทำให้นักเรียนเกิดความผิดพลาดในการเลือกคำตอบ นักเรียนอาจจะมองเพียงแค่รูปทรงภายนอก ไม่ได้มองไปถึงรูปทรงของฐานเหลี่ยมของพีระมิดได้นักเรียนที่อยู่ในระดับ 1 นักเรียนมีพื้นฐานของคณิตศาสตร์และพื้นฐานเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับหนึ่ง ซึ่งนักเรียนสามารถคิดหาวิธีหาคำตอบที่ถูกต้องได้ โดยใช้พื้นฐานของเรื่องรูปทรงของเรขาคณิต เพื่อทราบว่ารูปทรงสี่เหลี่ยมทรงต่าง ๆ มีกี่ด้าน นักเรียนที่อยู่ในระดับ 2 นักเรียนมีพื้นฐานของคณิตศาสตร์และพื้นฐานเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับหนึ่ง นักเรียนจึงใช้พื้นฐานและทักษะที่มีคิดวิธีในการหาคำตอบ โดยนักเรียนบางคนอาจจะคิดวิธีการหาคำตอบง่าย ๆ ด้วยการวาดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสซ้อนกันให้คล้ายรูปบันไดที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วก็ใช้วิธีนับจำนวนสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เพิ่มขึ้นมาเพื่อหาคำตอบ นักเรียนที่อยู่ในระดับ 3 นักเรียนมีพื้นฐานของคณิตศาสตร์และพื้นฐานเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับที่สามารถเลือกใช้วิธีในการหาคำตอบได้ สามารถเลือกใช้สูตรในการคำนวนหาคำตอบได้ นักเรียนทราบว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีสูตรในการหาพื้นที่อย่างไร เพื่อทราบถึงวิธีการคำนวนจำนวนต้นสน หรือนักเรียนบางคนอาจจะใช้วิธีการนับจำนวนต้นสนจากรูปที่กำหนดมาให้แล้วประยุกต์สูตรที่มีอยู่เพื่อใช้ในการหาคำตอบ นักเรียนที่อยู่ในระดับ 4 นักเรียนมีพื้นฐานของคณิตศาสตร์และพื้นฐานเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับสามารถเลือกใช้วิธี ในการหาคำตอบได้หลากหลาย มีพื้นฐานในเนื้อหาพอสมควร เพราะโจทย์ที่ให้ค่อยข้างซับซ้อนและใช้สูตรได้หลากหลายในการหาคำตอบ ซึ่งการที่นักเรียนจะหาคำตอบข้อนี้ได้นั้น นักเรียนจำเป็นต้องมีพื้นฐานเรื่องการหาปริมาตรพอสมควร เพราะต้องใช้สูตรการหาปริมาตรช่วยในการหาคำตอบจากที่นักเรียนแสดงวิธีคิดขั้นตอนการคิดของตนเองพร้อมทั้งใช้สูตรได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

**4.2.2 ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร**

ผู้วิจัยการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จากปัญหาที่พบในแต่ละระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

และสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหาและแนวทางยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีรายละเอียดดังนี้

การศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีแนวทางพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : ท่านมีแนวทางหรือกระบวนการในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อย่างไรบ้าง

ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 : การแก้โจทย์ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นปัญหาระดับประเทศและระดับโลก ครูควรต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ ๆ โดยฝึกให้นักเรียนคิดเองมากขึ้น อธิบายน้อยลง และเพิ่มเวลาการทำแบบฝึกหัดแก้ปัญหาให้มากขึ้น โดยเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 : ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและเลือกใช้วิธีในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลายๆครั้ง และวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีการในการหาคำตอบ

ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3 : ครูช่วยเพิ่มความมั่นใจให้กับนักเรียน เพื่อสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความและการกระทำของตน เพื่อให้นักเรียนได้มีความมั่นใจในการสื่อสารมากขึ้น และฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลาย ๆ ครั้ง และวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้เพื่อหาวิธีการในการหาคำตอบ

ผู้วิจัย : ท่านมีแนวทางในการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้ระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นอย่างไร

ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 : ให้ครูผู้สอนซักถามความเข้าใจนักเรียนว่านักเรียนมีระดับการรู้เรื่องอยู่ในระดับไหน ยกตัวอย่างเรื่อง พื้นที่ผิว ให้โจทย์เกี่ยวกับพีระมิด 1 ข้อไปทำ ในระดับที่ 1 ผู้สอนซักถามนักเรียนถึงลักษณะของโจทย์ โจทย์ให้อะไรเรามาบ้าง พีระมิดที่โจทย์ให้มานั้นเป็นรูปอะไร ฐานอะไร ในระดับที่ 2 ผู้สอนก็ซักถามนักเรียนถึงผิวด้านข้างว่าเป็นรูปอะไร ถามหาสูตรการหาพื้นที่ของผิวข้าง ในระดับที่ 3 หลังจากที่นักเรียนทรงเนื้อหาพื้นฐาน รู้สูตรการหาพื้นที่ต่าง ๆ แล้ว ลำดับต่อไปก็ให้นักเรียนลองหาพื้นที่ผิวข้างทั้งหมด เพื่อให้นักเรียน

ได้ลองคิดหาวิธีในการหาคำตอบ ส่วนในระดับที่สูงขึ้นถัดไปก็ให้ใช้คำถามที่ต้องคิดวิเคราะห์มากขึ้น และวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องหมั่นทำโจทย์จึงจะพัฒนาทักษะการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้

ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 : พูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่สอน เพื่อวัดระดับการรู้เรื่องของนักเรียนว่าอยู่ในระดับใด เมื่อรู้ระดับของนักเรียนแต่ละคนแล้ว ครูจึงจะสามารถสอนเนื้อหาที่เหมาะสมกับระดับของนักเรียนได้ โดยการสอนนั้นก็ต้องใช้โจทย์ที่ไม่ยากเกินระดับของนักเรียน ตัวอย่างเช่นนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำกว่า 1 นั้นเราทราบแล้วว่านักเรียนขาดความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่สอน ครูจึงต้องเริ่มจากการสอนพื้นฐานให้นักเรียนใหม่ ในระดับที่ 1 ก็จะเป็นการทบทวนเนื้อหาพื้นฐานของนักเรียน พูดคุยแลกเปลี่ยนเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้สอนไปก่อนหน้านั้นเพื่อเสริมพื้นฐานของนักเรียนให้แน่นขึ้น ในระดับต่อไปก็จะลองให้นักเรียนวิเคราะห์เกี่ยวกับโจทย์ วิเคราะห์การใช้สูตรที่เหมาะสมกับโจทย์และประยุกต์ใช้สูตรต่อไป

ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3 : ผู้สอนลองถามคำถามง่าย ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาที่สอน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตนเอง เพื่อที่ผู้สอนจะได้ทราบถึงระดับการรู้เรื่องว่านักเรียนอยู่ในระดับไหน และเป็นการฝึกให้นักเรียนสื่อสารแลกเปลี่ยนเกี่ยวกับเนื้อหากับผู้อื่น เพราะการสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้ ระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง จะทำให้นักเรียนเกิดทักษะมากขึ้นกว่าการที่มีครูคอยแนะนำอยู่เรื่อย ๆ สำหรับการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ การพัฒนาจากระดับหนึ่ง ไประดับต่อไปนั้นจะต้องเกิดจากการหมั่นทำแบบฝึกหัดแบบทดสอบเรื่อย ๆ เพื่อจะได้พบกับโจทย์ปัญหาในหลากหลายรูปแบบ

จากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาและแนวทางยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ว่า ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 กล่าวถึง แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แบ่งเป็นแต่ละระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังนี้ แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับต่ำกว่า 1 ไประดับ 1 กล่าวว่า การที่นักเรียนจะมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นจากระดับที่ต่ำกว่า 1 ครูควรจะชี้แนะให้นักเรียนทราบถึงสถานการณ์ของโจทย์ ทำให้นักเรียนเข้าใจถึงสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 1 ไประดับ 2 ให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับโจทย์ปัญหามากขึ้น โดยชี้แนะให้เห็นถึงการใช้สูตรอย่างง่าย การคำนวนหาคำตอบ แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 2 ไประดับ 3 ฝึกให้นักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง เลือกใช้สูตรที่เหมาะสมกับโจทย์ และให้นักเรียนใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 3 ไประดับ 4 ให้นักเรียนได้มีการฝึกทำแบบทดสอบอยู่สม่ำเสมอ และให้โจทย์ที่ซับซ้อน

เพิ่มขึ้นทีละนิดเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 4 ไประดับ 5 ให้นักเรียนได้มีการฝึกทำแบบทดสอบอยู่สม่ำเสมอ สอนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้เลือกใช้ได้ตามสถานการณ์ แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับต่ำกว่า 5 ไประดับ 6 ให้โจทย์ที่ซับซ้อนเพิ่มขึ้นทีละนิดเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา ลองให้นักเรียนเจอกับสถานการณ์ใหม่ ๆ เพื่อสร้างแนวคิดใหม่ๆในการแก้ปัญหาเพื่อปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ดีขึ้น ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 กล่าวถึง แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แบ่งเป็นแต่ละระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังนี้ แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับต่ำกว่า 1 ไประดับ 1 กล่าวว่า การที่นักเรียนจะมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นจากระดับที่ต่ำกว่า 1 เกิดจากนักเรียนไม่ได้รับการฝึกฝนหรือวิธีการสอนไม่น่าสนใจ นักเรียนจึงขาดความสนใจในการเรียนเรื่องนี้ทำให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่แน่นพอ ดังนั้น ครูควรสร้างแรงจูงใจให้นักเรียน ให้มีความกระตือรือร้นและสนใจเรียน แล้วค่อยสอนเนื้อหาพื้นฐานให้นักเรียนใหม่โดยเริ่มจากข้อที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้ในทันทีเมื่ออ่านโจทย์ แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 1 ไประดับ 2 แบ่งเวลาให้นักเรียนได้มีการฝึกทำแบบทดสอบอยู่สม่ำเสมอในการเรียน การสอนครูควรแสดงตัวอย่างหรือขั้นตอนการหาคำตอบอย่างละเอียด ทำให้นักเรียนมีความคุ้นชินในการแก้ปัญหาขั้นตอนต่าง ๆ แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 2 ไประดับ 3 ในการจัดการเรียนการสอนจะเป็นกิจกรรมที่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนเชื่อมโยง และสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความคุ้นชินในการแก้ปัญหาขั้นตอนต่าง ๆ นอกจากนี้ควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ฝึกทำอยู่สม่ำเสมอ แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 3 ไประดับ 4 ให้นักเรียนได้มีการฝึกทำแบบทดสอบอยู่สม่ำเสมอ ในการจัดการเรียนการสอนจะเป็นกิจกรรมที่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง และให้โจทย์ที่ซับซ้อนเพิ่มขึ้นทีละนิดเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 4 ไประดับ 5 ให้นักเรียนได้มีการฝึกทำแบบทดสอบอยู่สม่ำเสมอ สอนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้เลือกใช้ได้ตามสถานการณ์ แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 5 ไประดับ 6 ใครูจะต้องพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น ผู้เรียนจะรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดรู้ว่าตนกำลังคิดอะไร และต้องการอะไรอันเป็นแนวทางที่ช่วยการพิสูจน์ข้อสรุปและการตัดสินความถูกต้องของขั้นตอนการคิด ครูส่งเสริมนักเรียนโดยการพูดคุย ข้อซักถาม และการอภิปราย จะช่วยให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้ง และสร้างแนวคิดใหม่ๆขึ้นมาได้ ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3 กล่าวถึง แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แบ่งเป็นแต่ละระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังนี้ แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับต่ำกว่า 1 ไประดับ 1 กล่าวว่า การที่นักเรียนจะมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นจากระดับที่ต่ำกว่า 1 นักเรียนที่อยู่ในระดับนี้ส่วนมากล้วนเป็นนักเรียนที่ขาดความรู้พื้นฐานของเนื้อหา ดังนั้นในระดับนี้จึงควรเริ่มจากการสอนพื้นฐานให้นักเรียนก่อน เริ่มจากเนื้อหาที่เข้าใจง่าย ใช้รูปภาพประกอบกับคำอธิบาย ให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย มีความหลากหลายบูรณาการความรู้ในห้องเรียนกับในชีวิตจริง และให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 1 ไประดับ 2 แบ่งเวลาให้นักเรียนได้มีการฝึกทำแบบทดสอบอยู่สม่ำเสมอ ในระหว่างจัดการเรียนการสอนให้ผู้สอนสอนเนื้อหาที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาเดิมเพื่อที่จะให้นักเรียนทำความเข้าใจไปเป็นลำดับขั้นตอน เช่น เมื่อนักเรียนสามารถบอกรูปทรงของ

พีระมิดได้แล้ว ขั้นต่อไปก็ให้นักเรียนลองหาพื้นที่ของรูปทรงนั้น ๆ เป็นต้น แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 2 ไประดับ 3 ในการจัดการเรียนการสอนจะเป็นกิจกรรมที่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้เกิดทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 3 ไประดับ 4 ให้นักเรียนได้มีการฝึกทำแบบทดสอบอยู่สม่ำเสมอ และให้โจทย์ที่ซับซ้อนเพิ่มขึ้นทีละนิด เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา แนวทางการยกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 4 ไประดับ 5 ให้นักเรียนได้มีการฝึกทำแบบทดสอบอยู่สม่ำเสมอ สอนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้เลือกใช้ได้ตามสถานการณ์ แนวทางการยกระดับ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 5 ไประดับ 6 ครูจะต้องพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น ผู้เรียนจะรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดรู้ว่าตนกำลังคิดอะไร และต้องการอะไรอันเป็นแนวทางที่ช่วยการพิสูจน์ข้อสรุปและการตัดสินความถูกต้องของขั้นตอนการคิด ครูส่งเสริมนักเรียนโดยการพูดคุยข้อซักถามและการอภิปราย จะช่วยให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้ง และสร้างแนวคิดใหม่ ๆ ขึ้นมาได้สิ่งสำคัญนักเรียนต้องมีความรู้และเข้าใจหลักการ ภาษาทางคณิตศาสตร์และโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนก่อนเริ่มสอนเนื้อหา ครูต้องทบทวนความรู้ ทฤษฎี นิยาม และสมบัติต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ครูต้องทบทวนสม่ำเสมอ และให้นักเรียนฝึกฝนโดยทำแบบฝึกหัดและใบงาน

ผลการศึกษาปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาในแต่ละระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และแนวทางแก้ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3** ผลการศึกษาปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และแนวทางการแก้ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับ

| ระดับการรู้เรื่อง | ปัญหาที่พบ | แนวทางการแก้ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ |
|---|---|---|
| ต่ำกว่าระดับ 1 | 1. นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีทำได้<br>2. นักเรียนยังขาดความรู้ในเนื้อหา ไม่มีความรู้พื้นฐานที่สามารถนำมาอธิบายการหาคำตอบได้<br>3. นักเรียนไม่สามารถนำข้อมูลในโจทย์มาหาความสัมพันธ์กันได้ และไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมและประสบการณ์ที่คุ้นเคยในชีวิตจริงมาเป็นแนวทางในการคิดแก้ปัญหาได้ | ครูควรสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนให้มีความกระตือรือร้นและสนใจเรียน ให้นักเรียนทำความคุ้นเคยกับโจทย์ที่ไม่ซับซ้อน และฝึกทำแบบฝึกหัดสม่ำเสมอ |

(ต่อ)

**ตารางที่ 4.3 (ต่อ)**

| ระดับการรู้เรื่อง | ปัญหาที่พบ | แนวทางการแก้ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ |
|---|---|---|
| ระดับที่ 1 | 1. นักเรียนสามารถแสดงวิธีแก้สมการและให้เหตุผลจากโจทย์ที่มีวิธีทำแบบเดิม ๆ ได้บางส่วน<br>2. นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายการแก้สมการหาคำตอบได้ | ในระดับนี้นักเรียนมีพื้นฐานในเนื้อหาพอสมควรแล้ว ขั้นตอนต่อไปในการเรียนการสอนครูควรแสดงตัวอย่างหรือขั้นตอนวิธีทำอย่างละเอียด ทำให้นักเรียนมีความคุ้นชินในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนต่าง ๆ |
| ระดับที่ 2 | 1. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้สมการหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังเขียนรายละเอียดยังไม่สมบูรณ์<br>2. นักเรียนยังขาดการอธิบายการหาคำตอบว่ามีกลวิธีหรือขั้นตอนการแก้สมการได้อย่างไร | ในการจัดการเรียนการสอนเป็นกิจกรรมที่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการจัดการเรียนรู้นั้นจะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ใช่การท่องจำ ให้นักเรียนได้เกิดทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง |
| ระดับที่ 3 | 1. นักเรียนมีกลวิธีการคิดมาแก้สมการที่สามารถคำนวณออกมาเป็นคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังเขียนรายละเอียดยังไม่สมบูรณ์<br>2. นักเรียนขาดการคิดยืดหยุ่นในสถานการณ์นั้นๆ<br>3. นักเรียนไม่สามารถผสมผสานรูปแบบการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ | ครูจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย โดยใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ออกมาได้ชัดเจน ใช้กลยุทธที่หลากหลายในโจทย์นั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนได้เลือกใช้กลยุทธได้อย่างเหมาะสม การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูให้นักเรียนฝึกฝนโดยการทำแบบฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอ และให้นักเรียนเขียนคำอธิบายหรือเหตุผลประกอบในการหาคำตอบ |

(ต่อ)

**ตารางที่ 4.3 (ต่อ)**

| ระดับการรู้เรื่อง | ปัญหาที่พบ | แนวทางการแก้ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ |
|---|---|---|
| ระดับที่ 4 | 1. นักเรียนมีกลวิธีการคิดมาแก้สมการที่สามารถคำนวณออกมาเป็นคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังขาดการสื่อสารและแปลความหมายของตนได้<br>2. นักเรียนยังขาดการอธิบายเหตุผลและตีความหมายของตนเอง<br>3. นักเรียนขาดทักษะการคิดและทักษะการเชื่อมโยงรูปแบบต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน | ครูจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายโดยใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ออกมาได้ชัดเจน ใช้กลยุทธที่หลากหลายในโจทย์นั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนได้เลือกใช้กลยุทธได้อย่างเหมาะสม การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูให้นักเรียนฝึกฝนโดยการทำแบบฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอ และให้นักเรียนเขียนคำอธิบายหรือเหตุผลประกอบในการหาคำตอบ |

จากตารางที่ 4.3 ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับต่ำกว่า 1 มีปัญหาเกี่ยวกับการทำความเข้าใจโจทย์ นักเรียนไม่สามารถตีความได้ว่าโจทย์ให้อะไรและโจทย์ต้องการอะไร ไม่มีความรู้พื้นฐาน เลยทำให้นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามที่โจทย์ถามได้อย่างถูกต้อง นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 1 มีปัญหาเกี่ยวกับการทำความเข้าใจโจทย์ยังขาดความรู้ในเนื้อหาในบางส่วน สามารถคิดวิธีแก้ปัญหาอย่างง่ายได้แต่ว่านักเรียนยังไม่สามารถอธิบายการแก้สมการหาคำตอบได้ นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 2 มีปัญหาเกี่ยวกับการแสดงวิธีแก้สมการและให้เหตุผลโดยอาศัยความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงระหว่างผลได้บางส่วน วิธีการแก้สมการยังไม่ชัดเจน แต่หาคำตอบได้ขาดการอธิบายขั้นตอนการแก้สมการว่าได้คำตอบมาได้อย่างไรและการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และคำตอบที่ได้ยังไม่ถูกต้อง นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 3 มีปัญหาเกี่ยวกับการใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ มาผสมผสานกัน และขาดความคิดยืดหยุ่นในสถานการณ์นั้น ๆ นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 4 มีปัญหาเกี่ยวกับการอธิบายเหตุผลและตีความหมายของตนเองได้ ขาดทักษะการคิดและทักษะการเชื่อมโยงรูปแบบต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้

การศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับ ต่ำกว่าระดับ 1 ไประดับที่ 1 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ต่ำกว่าระดับ 1 ไประดับที่ 1 ปรากฏดังตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนที่ต่ำกว่าระดับ 1 ไประดับที่ 1

| ระดับการรู้<br>เรื่องคณิตศาสตร์ | แนวทางการพัฒนาความสามารถ<br>ในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นระดับที่ 1 |
|---|---|
| ต่ำกว่าระดับ 1 ไประดับที่ 1 | 1. ฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลายๆครั้งและวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีในการหาคำตอบ<br>2. ให้ผู้เรียนฝึกทำโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา และช่วยเสริมความรู้พื้นฐาน<br>3. ให้ผู้เรียนพบกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียน ที่ผู้เรียนสามารถคิดและเลือกใช้วิธีในการแก้ปัญหาด้วยตัวเองได้<br>4. จัดเวลาทบทวนและสอนเสริม เพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย มีโอกาสฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจนเกิดทักษะ ซึ่งผู้เรียนจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ |

จากตารางที่ 4.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนที่ต่ำกว่าระดับ 1 ไประดับที่ 1 พบว่า ผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลายๆครั้งและวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีในการหาคำตอบ ให้นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา และช่วยเสริมความรู้พื้นฐาน ให้ผู้เรียนพบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียน ที่ผู้เรียนสามารถคิดและเลือกใช้วิธีในการแก้ปัญหา จัดเวลาทบทวนและสอนเสริม เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย มีโอกาสฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจนเกิดทักษะ ซึ่งนักเรียนจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้

การศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับ 1 ไประดับที่ 2 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 1 ไประดับที่ 2 ปรากฏดังตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 1 ไประดับที่ 2

| ระดับการรู้<br>เรื่องคณิตศาสตร์ | แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ |
|---|---|
| ระดับ 1 ไประดับที่ 2 | 1. ฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลายๆครั้งและวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีในการหาคำตอบ<br>2. สอนให้นักเรียนเลือกใช้วิธีการคิด เลือกใช้สูตรคณิตศาสตร์หาคำตอบให้ตรงกับความต้องการของโจทย์ อธิบายโดยใช้วิธีที่ไม่ซับซ้อน<br>3. ฝึกให้นักเรียนทำโจทย์บ่อยๆเพื่อให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะและความชำนาญการในการแก้ปัญหา<br>4. จัดเวลาทบทวนและสอนเสริม เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย มีโอกาสฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจนเกิดทักษะ ซึ่งนักเรียนจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ |

จากตารางที่ 4.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 1 ไประดับที่ 2 พบว่า ควรฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลายๆครั้งและวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีในการหาคำตอบ สอนให้นักเรียนเลือกใช้วิธีการหาคำตอบให้ตรงกับความต้องการของโจทย์ อธิบายโดยใช้วิธีที่ไม่ซับซ้อน ฝึกให้นักเรียนทำโจทย์บ่อย ๆ เพื่อให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะและความชำนาญการในการแก้ปัญหา จัดเวลาทบทวนและสอนเสริม เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย มีโอกาสฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจนเกิดทักษะ ซึ่งนักเรียนจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้

การศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับ 2 ไประดับที่ 3 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 2 ไประดับที่ 3 ปรากฏดังตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.6** แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 2 ไประดับที่ 3

| ระดับการรู้<br>เรื่องคณิตศาสตร์ | แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ |
|---|---|
| ระดับ 2 ไประดับที่ 3 | 1. ฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลายๆครั้งและวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีในการหาคำตอบ<br>2. ฝึกให้นักเรียนเลือกใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนในการหาคำตอบให้ตรงกับความต้องการของโจทย์<br>3. ฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์จากสถานกาณ์ที่หลากหลาย แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาอธิบายให้เหตุผลได้<br>4. จัดเวลาทบทวนและสอนเสริม เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย มีโอกาสฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจนเกิดทักษะ ซึ่งนักเรียนจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ |

จากตารางที่ 4.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 2 ไประดับที่ 3 พบว่า ควรฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลายๆครั้งและวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีในการหาคำตอบ ฝึกให้นักเรียนเลือกใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนในการหาคำตอบให้ตรงกับความต้องการของโจทย์ ฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์จากสถานกาณ์ที่หลากหลาย แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาอธิบายให้เหตุผลได้ จัดเวลาทบทวนและสอนเสริม เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย มีโอกาสฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจนเกิดทักษะ ซึ่งนักเรียนจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้

การศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับ 3 ไประดับที่ 4 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 3 ไประดับที่ 4 ปรากฏดังตารางที่ 4.7

**ตารางที่ 4.7** แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 3 ไประดับที่ 4

| ระดับการรู้<br>เรื่องคณิตศาสตร์ | แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ |
|---|---|
| ระดับ 3 ไประดับที่ 4 | 1. ฝึกให้นักเรียนเลือกผสมผสานรูปแบบกลยุทธ์ต่าง ๆ รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ โดยนำรูปแบบเหล่านั้นมาเชื่อมโยงให้เข้ากับการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง<br>2. ฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และมองเห็นความสัมพันธ์ของสถานการณ์ต่าง ๆ |

จากตารางที่ 4.7 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 3 ไประดับที่ 4 พบว่าควรฝึกให้นักเรียนเลือกผสมผสานรูปแบบกลยุทธ์ต่างๆ รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ โดยนำรูปแบบเหล่านั้นมาเชื่อมโยงให้เข้ากับการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และมองเห็นความสัมพันธ์ของสถานการณ์ต่างๆ

การศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับ 4 ไประดับที่ 5 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 4 ไประดับที่ 5 ปรากฏดังตารางที่ 4.7

**ตารางที่ 4.8** แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 4 ไประดับที่ 5

| ระดับการรู้<br>เรื่องคณิตศาสตร์ | แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ |
|---|---|
| ระดับ 4 ไประดับที่ 5 | 1. ฝึกให้นักเรียนมองเห็นและจินตนาการถึงตัวแบบเพื่อนำมาประยุกต์ในการเลือกใช้กลยุทธ์แก้ปัญหา<br>2. ฝึกให้นักเรียนเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน<br>3. ฝึกให้นักเรียนได้ใช้ทักษะความคิดและทักษะการใช้เหตุผล ความสามารถเชื่อมโยง การนำเสนอรูปแบบต่างๆ ได้มองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้ารอบตัวที่เป็นส่วนประกอบเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ |

จากตารางที่ 4.8 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 4 ไประดับที่ 5 พบว่า ควรฝึกให้นักเรียนมองเห็นและจินตนาการถึงตัวแบบเพื่อนำมาประยุกต์ในการเลือกใช้กลยุทธ์แก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน ฝึกให้นักเรียนได้ใช้ทักษะความคิดและทักษะการใช้เหตุผล ความสามารถเชื่อมโยง การนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ ได้มองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้ารอบตัวที่เป็นส่วนประกอบเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ

สรุป ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร พบว่า ปัญหาของนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำกว่า 1 มีปัญหาเกี่ยวกับการทำความเข้าใจโจทย์ นักเรียนไม่สามารถตีความได้ว่าโจทย์ให้อะไรและโจทย์ต้องการอะไร ไม่มีความรู้พื้นฐาน เลยทำให้นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามที่โจทย์ถามได้อย่างถูกต้อง นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 1 มีปัญหาเกี่ยวกับการทำความเข้าใจโจทย์ยังขาดความรู้ในเนื้อหาในบางส่วน สามารถคิดวิธีแก้ปัญหาอย่างง่ายได้แต่ว่านักเรียนยังไม่สามารถอธิบายการแก้สมการหาคำตอบได้ นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 2 มีปัญหาเกี่ยวกับการแสดงวิธีแก้สมการและให้เหตุผลโดยอาศัยความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงระหว่างผลได้บางส่วน วิธีการแก้สมการยังไม่ชัดเจน แต่หาคำตอบได้ขาดการอธิบายขั้นตอนการแก้สมการว่าได้คำตอบมาได้อย่างไร และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และคำตอบที่ได้ยังไม่ถูกต้อง นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 3 มีปัญหาเกี่ยวกับการใช้ยุทธวิธีต่างๆมาผสมผสานกันและขาดความคิดยืดหยุ่นในสถานการณ์นั้นๆ นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 4 มีปัญหาเกี่ยวกับการอธิบายเหตุผลและตีความหมายของตนเองได้ ขาดทักษะการคิดและทักษะการเชื่อมโยงรูปแบบต่างๆในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ มีแนวทางการพัฒนาความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนที่ต่ำกว่าระดับ 1 ไประดับที่ 1 พบว่า ผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลายๆครั้งและวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร

โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีในการหาคำตอบ ให้นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา และช่วยเสริมความรู้พื้นฐาน ให้ผู้เรียนพบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียน นักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 1 ไประดับที่ 2 พบว่า ควรฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลาย ๆ ครั้ง และวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีในการหาคำตอบ สอนให้นักเรียนเลือกใช้วิธีการหาคำตอบให้ตรงกับความต้องการของโจทย์ อธิบายโดยใช้วิธีที่ไม่ซับซ้อน ฝึกให้นักเรียนทำโจทย์บ่อยๆเพื่อให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะและความชำนาญการในการแก้ปัญหา นักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 2 ไประดับที่ 3 พบว่า ควรฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลาย ๆ ครั้งและวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีในการหาคำตอบ ฝึกให้นักเรียนเลือกใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนในการหาคำตอบให้ตรงกับความต้องการของโจทย์ ฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์จากสถานกาณ์ที่หลากหลาย แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาอธิบายให้เหตุผลได้ นักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 3 ไประดับที่ 4 พบว่า ควรฝึกให้นักเรียนเลือกผสมผสานรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ โดยนำรูปแบบเหล่านั้นมาเชื่อมโยงให้เข้ากับการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และมองเห็นความสัมพันธ์ของสถานการณ์ต่าง ๆ นักเรียนที่ระดับการรู้เรื่อง ระดับ 4 ไประดับที่ 5 พบว่า ควรฝึกให้นักเรียนมองเห็นและจินตนาการถึงตัวแบบเพื่อนำมาประยุกต์ในการเลือกใช้กลยุทธ์แก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน ฝึกให้นักเรียนได้ใช้ทักษะความคิดและทักษะการใช้เหตุผล ความสามารถเชื่อมโยง การนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ

# บทที่ 5
# สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุป

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยได้สรุปไว้ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร พบว่าระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรียงจากระดับต่ำไประดับสูง นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ต่ำกว่าระดับ 1 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5 ระดับ 1 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ระดับ 2 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 ระดับ 3 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 ระดับ 4 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ระดับ 5 และระดับ 6 ไม่มีนักเรียนอยู่ในระดับนี้

5.1.2 ผลการศึกษาปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร พบว่าปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับต่ำกว่า 1 มีปัญหาเกี่ยวกับการทำความเข้าใจโจทย์ นักเรียนไม่สามารถตีความได้ว่าโจทย์ให้อะไรและโจทย์ต้องการอะไร ไม่มีความรู้พื้นฐาน เลยทำให้นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามที่โจทย์ถามได้อย่างถูกต้อง นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 1 มีปัญหาเกี่ยวกับการทำความเข้าใจโจทย์ยังขาดความรู้ในเนื้อหาบางส่วน สามารถหาคำตอบได้เพียงวิธีแก้ปัญหาอย่างง่ายได้ แต่ว่านักเรียนยังไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการแก้สมการหาคำตอบได้ นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 2 มีปัญหาเกี่ยวกับการแสดงวิธีแก้สมการและให้เหตุผล โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงระหว่างผลที่ได้บางส่วน วิธีการแก้สมการยังไม่ชัดเจนแต่หาคำตอบได้ ขาดการอธิบายขั้นตอนการแก้สมการว่าได้คำตอบมาได้อย่างไร และการเลือกใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 3 มีปัญหาเกี่ยวกับการใช้ยุทธวิธีต่างๆมาผสมผสานกัน และขาดความคิดยืดหยุ่นในสถานการณ์นั้นๆ นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 4 มีปัญหาเกี่ยวกับการอธิบายเหตุผลและตีความหมายของตนเองได้ ขาดทักษะการคิดและทักษะการเชื่อมโยงรูปแบบต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ แนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร พบว่าแนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับต่ำกว่า 1 ไประดับ 1 ผู้สอนฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลาย ๆ ครั้ง

และวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีในการหาคำตอบ ให้นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ ที่ไม่ซับซ้อนและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา และช่วยเสริมความรู้พื้นฐาน ฝึกให้นักเรียน ทำโจทย์บ่อย ๆ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะ และความชำนาญการในการ ให้นักเรียนพบกับโจทย์หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียน ที่ผู้เรียนสามารถคิด และเลือกใช้วิธีในการแก้ปัญหาด้วยตัวเองได้ แนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จากระดับ 1 ไประดับ 2 ผู้สอนอธิบายให้นักเรียนเลือกใช้วิธีการหาคำตอบให้ตรงกับความต้องการ ของโจทย์ อธิบายโดยใช้วิธีที่ไม่ซับซ้อนฝึกให้นักเรียนทำโจทย์บ่อย ๆ เพื่อให้เกิดแนวทาง ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะและความชำนาญการในการแก้ปัญหา จัดเวลาทบทวนและสอนเสริม เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย มีโอกาสฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจนเกิดทักษะ ซึ่งนักเรียนจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ แนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 2 ไประดับ 3 ครูควรฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลาย ๆ ครั้ง และวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีในการหาคำตอบ ฝึกให้นักเรียนเลือกใช้กลยุทธ์ที่ซับซ้อนขึ้นในการหาคำตอบให้ตรงกับความต้องการของโจทย์ ให้การหาคำตอบเป็นไปได้หลากหลายวิธี ฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์จากสถานกาณ์ที่หลากหลาย แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาอธิบายให้เหตุผลได้ จัดเวลาทบทวนและสอนเสริม เพื่อฝึกให้นักเรียน ได้เรียนรู้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย มีโอกาสฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจนเกิดทักษะ ซึ่งนักเรียนจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ ได้แนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 3 ไประดับ 4 ครูควรฝึกให้นักเรียนเลือกผสมผสานรูปแบบกลยุทธ์ต่าง ๆ รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ โดยนำรูปแบบเหล่านั้นมาเชื่อมโยงให้เข้ากับการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และมองเห็นความสัมพันธ์ของสถานการณ์ต่างๆ แนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 4 ไประดับ 5 ครูควรฝึกให้นักเรียนมองเห็นและจินตนาการถึงตัวแบบเพื่อนำมาประยุกต์ในการเลือกใช้กลยุทธ์แก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่มี ความซับซ้อน ฝึกให้นักเรียนได้ใช้ทักษะความคิดและทักษะการใช้เหตุผล ความสามารถเชื่อมโยง การนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ ได้มองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้ารอบตัวที่เป็นส่วนประกอบ เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ แนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 5 ไประดับ 6 ครูพบว่า ควรฝึกให้นักเรียนได้ใช้ทักษะความคิดและทักษะการใช้เหตุผล ความสามารถเชื่อมโยง การนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ ได้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถเข้าใจและแก้ปัญหาได้สำเร็จลุล่วง ฝึกให้นักเรียนสร้างวิธีคิดหรือกลยุทธ์ใหม่ ๆ ในการจัดการกับปัญหาที่ไม่คุ้ยเคยหรือเคยพบมาก่อน เพื่อนำมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ชีวิตจริง ให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัดที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนคุ้นชินกับสถานการณ์ที่แปลกใหม่ เพราะว่าพื้นฐานการเรียนรู้และความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคลแตกต่างกัน นักเรียนมีความรู้พื้นฐาน และสมรรถณะ ทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ ซึ่งควรจะพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น การเรียนการสอนที่หลากหลาย และการให้ผู้เรียนฝึกแก้ไขปัญหาโดยใช้สถานการณ์ต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะพื้นฐานได้ดียิ่งขึ้น

## 5.2 อภิปรายผล

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผลการวิจัยนำมาอภิปรายผล ได้ดังนี้

5.2.1 ระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร พบว่า ระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรียงจากระดับต่ำไประดับสูง นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ต่ำกว่าระดับ 1 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5 ระดับ 1 จำนวน 20 คน คิดเป็น ร้อยละ 50 ระดับ 2 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 ระดับ 3 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 ระดับ 4 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ระดับ 5 และระดับ 6 ไม่มีนักเรียนอยู่ในระดับนี้ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่า นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานในเนื้อหา ขาดความเข้าใจในการแก้ปัญหาสถานการณ์ ที่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนไม่สามารถแปลความหมาย หรือวิเคราะห์โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งอาจเกิดจากการที่นักเรียนขาดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย และนักเรียนไม่สามารถประยุกต์ความรู้เดิม มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา อีกทั้งยังไม่สามารถอธิบาย ให้เหตุผลสิ่งที่นักเรียนพบเจอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้ แต่ก็มีนักเรียนบางส่วนที่สามารถทำโจทย์ที่มีวิธีการบอกไว้ชัดเจนไม่ซับซ้อน และเป็นสถานการณ์ ที่เป็นรูปธรรมที่ค่อนข้างซับซ้อน สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในสถานการณ์นั้น ๆ ได้ดี โดยนำมาเชื่อมโยงโดยตรงกับสถานการณ์ในโลกจริงหรือปรับใช้ในชีวิตประจำวัน สามารถใช้เหตุผลยืดหยุ่นได้ ซึ่งสอดคล้องกับสอดคล้องกับ (Lange, 2003, pp. 77-89) ซึ่งกล่าวว่า สิ่งสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะต้องรู้จักเลือกใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลาย และการเรียนเรื่องคณิตศาสตร์มีลักษณะที่ไม่เป็นแบบแผนแต่เป็นการหยั่งรู้ ไม่เป็นนามธรรมถึงบริบทไม่เน้นสัญลักษณ์แต่เน้นรูปแบบและสอดคล้องกับ (Doyle, 2007, pp. 246-254) ซึ่งกล่าวว่าการ จำลองสถานการณ์และการสร้างผลงานทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงสามารถที่จะเสริมสร้างการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ โดยที่นักเรียนจะได้รับแนวทางในการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ และใช้คณิตศาสตร์ผ่านการสอนที่มีคุณภาพ อีกทั้งนักเรียนสามารถเข้าใจในเรื่องคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโลกได้ นอกจากนี้ครูสามารถสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ทางบวก การสื่อสารแนวความคิดที่ชัดเจน เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งการรายงานผลระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของ PISA (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 8) PISA จำแนกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 6 ระดับ โดยระดับ 6 เป็นระดับสูงสุด ระดับ 1 รวมทั้งกลุ่มต่ำกว่าระดับ 1 ถือเป็นระดับต่ำสุด PISA ตั้งเกณฑ์ไว้ว่า สมรรถนะระดับ 2 เป็นเส้นแบ่งเขตหรือแบ่งระดับ “ระดับเริ่ม” ที่นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ประโยชน์จากคณิตศาสตร์ได้ในชีวิต ทั้งใน การทำงานและการศึกษาต่อระดับสูง ถ้าที่ระดับต่ำนั้นถือว่าเป็นกลุ่มที่เสี่ยงที่ ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากคณิตศาสตร์ ผลการประเมินชี้บอกว่านักเรียนไทย อายุ 15 ปี จำนวน 50% ที่แสดงสมรรถนะ ทางคณิตศาสตร์สูงสุดไม่เกินระดับ 1 หรือเป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะไม่สามารถใช้ประโยชน์จากคณิตศาสตร์ ในขณะที่นักเรียน OECD ประมาณ 20% สามารถทำภารกิจคณิตศาสตร์ไม่เกินระดับ 1 ส่วนนักเรียนไทยที่แสดงสมรรถนะถึงระดับ 2 มี 25% จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนไทยจำนวนถึงสามในสี่ หรือ 75% สามารถทำภารกิจ

ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินระดับเริ่ม (ระดับ 2) ในขณะที่นักเรียน OECD ประมาณ 80% สามารถทำภารกิจได้ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไปจากการศึกษาสาเหตุของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

5.2.2 ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร พบว่า ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับต่ำกว่า 1 มีปัญหาเกี่ยวกับการทำความเข้าใจโจทย์ นักเรียนไม่สามารถตีความได้ว่าโจทย์ให้อะไร และโจทย์ต้องการอะไร ไม่มีความรู้พื้นฐาน เลยทำให้นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามที่โจทย์ถามได้อย่างถูกต้อง นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 1 มีปัญหาเกี่ยวกับการทำความเข้าใจโจทย์ ยังขาดความรู้ในเนื้อหา สามารถคิดวิธีแก้ปัญหาอย่างง่ายได้แต่ว่านักเรียนยังไม่สามารถอธิบาย การแก้สมการหาคำตอบได้ นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 2 มีปัญหาเกี่ยวกับ การแสดงวิธีแก้สมการและให้เหตุผลโดยอาศัยความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงระหว่างผลได้บางส่วน วิธีการแก้สมการยังไม่ชัดเจน แต่หาคำตอบได้ขาดการอธิบายขั้นตอนการแก้สมการว่าได้คำตอบมาได้อย่างไร และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และคำตอบที่ได้ยังไม่ถูกต้อง นักเรียนที่มีระดับการรู้ เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 3 มีปัญหาเกี่ยวกับการใช้ยุทธวิธีต่างๆมาผสมผสานกัน และขาดความคิดยืดหยุ่นในสถานการณ์นั้น ๆ นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 4 มีปัญหาเกี่ยวกับ การอธิบายเหตุผลและตีความหมายของตนเองได้ ขาดทักษะการคิดและทักษะการเชื่อมโยงรูปแบบต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ที่ซับซ้อนได้ นักเรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับ 5 มีปัญหาเกี่ยวกับการสร้างวิธีคิดหรือคิดกลยุทธ์ใหม่ในการจัดการกับปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้ยเคย ซึ่งสอดคล้องกับ Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), (1999, p. 41) ได้กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) เป็นการรู้และเข้าใจบทบาทคณิตศาสตร์ที่มีในโลกหรือในชีวิตจริง สามารถตัดสินปัญหาต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ และรู้จักใช้คณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาของตนเอง และเตรียมพร้อมเป็นพลเมืองที่มีวิจารณญาณห่วงใยและสร้างสรรค์สังคมในอนาคต ถ้านักเรียนไม่เข้าใจขั้นตอนวิธีการที่ถูกต้อง และไม่มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทางคณิตศาสตร์ หรืออาจเกิดจากกระบวนการเรียนรู้อันเนื่องมาจากตัวผู้เรียนโดยมุ่งเน้นแต่การท่องจำ จึงส่งผลให้ไม่เกิดกระบวนการคิดในการนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจ อาจเป็นเพราะนักเรียนขาดการคิดอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ไม่มีการจัดลำดับกระบวนการคิด ขาดทักษะในการอ่านทำความเข้าใจ ไม่อยากเรียน ไม่สนใจในการทำข้อสอบ ไม่อยากอ่านโจทย์ ไม่วิเคราะห์และไม่มีความพยายาม สรุปความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตนเองจากประสบการณ์เดิม คาดเดา หรือใช้วิธีลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหานักเรียนขาดประสบการณ์ในการเรียนรู้การ ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง ขาดความรู้พื้นฐานในการคำนวณที่ดี ไม่มีความละเอียดรอบคอบ นักเรียนไม่มีความเข้าใจในการแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งสอดคล้องกับ Hughes-Hallett (2003, p. 92) ที่ได้กล่าวว่า การที่นักเรียนจะสามารถเข้าใจโครงสร้างของคณิตศาสตร์ในบริบทได้นั้นจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วย แม้ว่าความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์พื้นฐานจะไม่ได้เป็นเครื่องยืนยันถึงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แต่การขาดความรู้พื้นฐานนี้จะไม่ทำให้เกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ และการที่นักเรียน ใช้คำพูดไม่ชัดเจนในการสื่อความหมาย อาจเกิดจากเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาเป็นนามธรรมมากจนยากที่จะจินตนาการ และนักเรียนขาดการคิดเชิงหาเหตุผลมองไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆนักเรียนขาดการคิดอย่างเป็นขั้นตอน ไม่มีการจัดลำดับกระบวนการคิด

ขาดทักษะในการอ่านทำความเข้าใจ ไม่วิเคราะห์และไม่มีความพยายาม สรุปความคิดรวบยอดจากประสบการณ์เดิม ซึ่งสอดคล้องกับ Bussiere (2001, p. 86) ได้กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์การนำเอาความรู้และ ทักษะคณิตศาสตร์มาใช้ในสถานการณ์ที่ท้าทายที่อาจพบในชีวิตจริงหรือบทบาทที่ต่างกันและในวิธีการที่ต่างกัน ซึ่งการที่จะใช้ความรู้และทักษะดังกล่าวได้ต้องมีพื้นฐานความรู้คณิตศาสตร์ การนำความรู้คณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การเป็นบุคคลที่มีความคิด สร้างสรรค์ และมีความมั่นใจในตนเอง แนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร พบว่า แนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับต่ำกว่า 1 ไประดับ 1 ครูควรให้นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา และช่วยเสริมความรู้พื้นฐาน ฝึกให้นักเรียนทำโจทย์บ่อย ๆ เพื่อให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะและความชำนาญการในการให้นักเรียนพบกับโจทย์หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียน ที่ผู้เรียนสามารถคิดและเลือกใช้วิธีในการแก้ปัญหา จัดเวลาทบทวนและสอนเสริม เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย มีโอกาสฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจนเกิดทักษะ ซึ่งนักเรียนจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ แนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 1 ไประดับ 2 ครูควรฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลาย ๆ ครั้ง และวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธีในการหาคำตอบ สอนให้นักเรียนเลือกใช้วิธีการหาคำตอบให้ตรงกับความต้องการของโจทย์ อธิบายโดยใช้วิธีที่ไม่ซับซ้อน ฝึกให้นักเรียนทำโจทย์บ่อย ๆ เพื่อให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะและความชำนาญการในการแก้ปัญหา จัดเวลาทบทวนและสอนเสริม เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย มีโอกาสฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจนเกิดทักษะ ซึ่งนักเรียนจะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ แนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 2 ไประดับ 3 ครูควรฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์หลายๆครั้งและวิเคราะห์โจทย์ทั้งหมดว่าต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้ เพื่อหาวิธี ในการหาคำตอบ ฝึกให้นักเรียนเลือกใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนในการหาคำตอบให้ตรงกับความต้องการของโจทย์ ฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์จากสถานกาณ์ที่หลากหลาย แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาอธิบายให้เหตุผลได้ จัดเวลาทบทวนและสอนเสริม เพื่อฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย มีโอกาสฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจนเกิดทักษะ ซึ่งนักเรียน จะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้ ได้แนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 3 ไประดับ 4 ครูควรฝึกให้นักเรียนเลือกผสมผสานรูปแบบกลยุทธ์ต่าง ๆ รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ โดยนำรูปแบบเหล่านั้นมาเชื่อมโยงให้เข้ากับการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ฝึกให้นักเรียนใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาให้นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และมองเห็นความสัมพันธ์ของสถานการณ์ต่าง ๆ แนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 4 ไประดับ 5 ครูควรฝึกให้นักเรียนมองเห็นและจินตนาการถึงตัวแบบเพื่อนำมาประยุกต์ในการเลือกใช้กลยุทธ์แก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน ฝึกให้นักเรียนได้ใช้ทักษะความคิดและทักษะการใช้เหตุผล ความสามารถเชื่อมโยงการนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ ได้มองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้ารอบตัวที่เป็นส่วนประกอบเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ แนวทางการพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จากระดับ 5

ไประดับ 6 ครูพบว่า ควรฝึกให้นักเรียนได้ใช้ทักษะความคิดและทักษะการใช้เหตุผล ความสามารถเชื่อมโยง การนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ ได้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถเข้าใจและแก้ปัญหาได้สำเร็จลุล่วง ฝึกให้นักเรียนสร้างวิธีคิดหรือกลยุทธ์ใหม่ ๆ ในการจัดการกับปัญหาที่ไม่คุ้ยเคยหรือเคยพบมาก่อน เพื่อนำมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ชีวิตจริง ให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัดที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนคุ้นชินกับสถานการณ์ที่แปลกใหม่ เพราะว่าพื้นฐานการเรียนรู้และความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคลแตกต่างกัน นักเรียนมีความรู้พื้นฐานและสมรรถณะทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ ซึ่งควรจะพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น การเรียนการสอนที่หลากหลาย และการให้ผู้เรียนฝึกแก้ไขปัญหาโดยใช้สถานการณ์ต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะพื้นฐานได้ดียิ่งขึ้น สามารถอธิบายขั้นตอนต่าง ๆออกมาได้อย่างชัดเจน มองเห็นความสัมพันธ์ ของสิ่งเร้าต่าง ๆ ในสถานการณ์ได้อย่างชัดเจน ผู้เรียนจะสามารถวิเคราะห์โจทย์ได้อย่างแม่นยำ ครูช่วยส่งเสริมนักเรียนโดยการพูดคุย อธิบายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับนักเรียน นักเรียนจะแสดงให้เห็นถึงระดับการรู้เรื่องของตนเองขณะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้มีโอกาสในเพิ่ม ความเข้าใจมโนทัศน์ และเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ครูควรตระหนักถึงความสามารถของนักเรียน และพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการสอน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ครูจัดเวลาทบทวนและสอนเสริม เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเรียนรู้สถารนการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลายจากการฝึกทำแบบฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอจนเกิดทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับ (Drew, 2005, pp. 14-21) ซึ่งกล่าวว่า แนวทางแก้ไข ครูควรให้นักเรียนฝึกฝนทักษะในการคิดคำนวณอย่างสม่ำเสมอ และฝึกให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้นักเรียนเกิด ความชำนาญและเกิด กระบวนการคิดมีระบบระเบียบมากขึ้นและ (Hughes Hallett, 2003, p. 92) การที่นักเรียนจะ สามารถเข้าใจโครงสร้างของคณิตศาสตร์ในบริบทได้นั้น จำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วย แม้ว่าความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการ ทางคณิตศาสตร์พื้นฐานจะไม่ได้เป็น เครื่องยืนยันถึงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แต่การขาดความรู้พื้นฐานนี้ จะไม่ทำให้เกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ และการที่นักเรียน ใช้คำพูดไม่ชัดเจนในการสื่อความหมายอาจเกิดจากเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา เป็นนามธรรมมากจนยากที่จะจินตนาการ และนักเรียนขาดการคิดเชิงหาเหตุผล มองไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ นักเรียนขาดการคิดอย่างเป็นขั้นตอนไม่มีการจัดลำดับกระบวนการคิด บาดทักษะในการอ่านทำความเข้าใจ ไม่วิเคราะห์และไม่มีความพยายาม สรุปความคิดรวบยอดจากประสบการณ์เดิม และอัมพร ม้าคนอง (2554, น. 48) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นทักษะที่มีความสำคัญยิ่งที่รวมทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญไว้ด้วย เช่น การให้เหตุผลการสื่อสาร และการตัดสินใจ ผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาที่ดี มักจะมีความรู้ประสบการณ์ ระบบการคิด และการตัดสินใจที่ดีพอ เนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน และเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ และความสามารถหลายอย่างความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ความสามารถในการคิดและความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง นอกจากนี้ครูควรพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีความหลากหลาย จะต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้และคิดได้เอง มีอิสระทางความคิด การอภิปรายโต้ตอบกัน

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้และเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ผู้สอนควรทบทวนความรู้เดิม เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพื้นที่ผิว และปริมาตร ก่อนเริ่มเนื้อหาใหม่ให้กับนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และเตรียมความพร้อมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.3.1.2 ผู้เรียนที่มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในระดับต่ำกว่ามาตรฐาน ควรได้รับการพัฒนาโดยสร้างเจตคติให้ผู้เรียนมีความชอบในวิชาคณิตศาสตร์ สร้างแรงจูงใจหรือแรงกระตุ้นผู้เรียนในเชิงบวก สอนจากง่ายไปยาก ฝึกทำแบบฝึกหัดสม่ำเสมอ ไม่เน้นการท่องจำ ผู้เรียนจะเกิดทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง รู้จักเรียนรู้การทำงานเป็นทีม มีการปรึกษาแลกเปลี่ยนความรู้ในกลุ่มผู้เรียนด้วยกันเอง พร้อมทั้งยกตัวอย่างที่เกิดจากสถานการณ์จริงแล้วให้ตนเองคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่หลายหลาย ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนกลุ่มดังกล่าวเกิดการพัฒนาความสามารถ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น และเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดียิ่งขึ้น

5.3.1.3 ข้อมูลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปเป็นข้อสนเทศในการยกระดับความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนเป็นแนวทางให้ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาได้นำไปพัฒนาและส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาแนวทางในการพัฒนาวิธีการ นวัตกรรมใหม่ ๆ ในการส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เพื่อเพิ่มระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

5.3.2.2 สามารถนำผลการวิจัยไปศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นซ้ำซ้อน เพื่อพัฒนาระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้อยู่ในระดับสูงขึ้นไป

# บรรณานุกรม

# บรรณานุกรม


กระทรวงการศึกษิการ. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: สำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

กมลกานต์ ศรีธิ. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เกศินี เพ็ชรรุ่ง. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ขนิษฐา สว่างจิตต์. (2556). *ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้บริบทเป็นฐาน (Context Based Learning: CBL) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชันกำลังสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต), พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

โครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ตัวอย่างข้อสอบคณิตศาสตร์ PISA 2012.* กรุงเทพฯ: วี. เจ. พริ้นติ้ง.

โครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์การอ่านและวิทยาศาสตร์นักเรียนรู้อะไรและทำอะไรบ้าง.* กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

โครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558). *ปัจจัยที่ทำให้ระบบโรงเรียนประสบความสำเร็จข้อมูลพื้นฐานจากโครงการ PISA 2012.* กรุงเทพฯ: เปเปอร์พริ้นท์.

โครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557). *ตัวอย่างข้อสอบคณิตศาสตร์ PISA 2012.* กรุงเทพฯ: วี. เจ. พริ้นติ้ง.

โครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558). *ปัจจัยที่ทำให้ระบบ โรงเรียนประสบความสำเร็จข้อมูลพื้นฐานจากโครงการ PISA 2012.* กรุงเทพฯ: เปเปอร์พริ้นท์.

จตุพล งามแม้น. (2558). *การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของครูคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่สอนในห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง สสวท. และ สอวน.* (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

จินดา พราหมณ์ชู. (2553). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฉวีวรรณ แก้วไทรฮะ และพจน์ ไชยสังข์. (2557). *การการศึกษาเพื่อวิเคราะห์การสอบพิซ่าและโอเน็ตของสถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติเพื่อปฏิรูปการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: วิทยาลัยนานาชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

ชรินดา สุขแสนชนานันท์. (2555). *การพัฒนาแนวคิดและความสามารถในการถ่ายโอนแนวคิดเรื่อง พลังงานความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบอิงบริบท.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยยศ จระเทศ (2558). การส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นฐานห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวาปีปทุม. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2559). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ณัฐดนัย โสทะ. (2563). *การพัมนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ดาระกา ศิริสันติสัมฤทธิ์. (2549). *มือใหม่ ... สมัครงาน.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ทิศนา แขมมณี. (2558). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทองพันธ์ ยงกุล. (2554). *การวิเคราะห์พหุระดับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดศรีสะเกษ.* มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ทัศตริน เครือทอง. (2553). การใช้การเรียนรู้อย่างมีบริบท Learning Science in context. *นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,* 40(177), 56-59.

ธัญพิมล จันทร์นุ่ม. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาความคิดของเด็กที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิภา เมธาวีชัย. (2543). *การประเมินผลการเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียน.* มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวิริยาสาส์น.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2542). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เจริญการพิมพ์.

บพิธ กิจมี. (2551). *การใช้การเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานในการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนบ้านเมืองคองจังหวัดเชียงใหม่.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2544). *จิตวิทยาการบริหารงานบุคคล*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ.

ปิยนุช นุตตะรังค์. (2557). *การสร้างบทเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นโดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้และกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

พรพิมล ยังฉิม. (2557). การพัฒนาวิธีการวินิจฉัยการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้เครือข่ายเบย์เขียนและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัชรี จันทร์เพ็ง. (2550). การเปรียบเทียบคุณภาพของวิธีการเชื่อมโยงคะแนนตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติภายใต้การหมุนแกนโครงสร้างเชิงมิติและระดับความสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2550). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ออฟเคอร์มิสท์.

ไพรัช วงศ์ศรีตระกูล. (2551). *การเสริมสร้างการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหาการให้เหตุผลและการสื่อความหมายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ไพศาล วรคำ. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา (Educational Research).* กาฬสินธ์: ประสานการพิมพ์.

พร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคนอง. (2557). *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: บพิธีการพิมพ์.

พิชญ์สินี จักรแก้ว. (2559). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พรทิพย์ ฤกษ์สมโภชน์. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และการปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มเกมแข่งขัน (TGT) กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน) พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

ภูวเดช วรโภชน์. (2559). การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. โรงเรียนธวัชบุรีวิทยาคม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ยุพิน พิพิธกุล. (2542). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: บพิธีการพิมพ์.

ยุวนันท์ ไชยมงคล. (2558). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการเชื่อมโยงเรื่องความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

รุ่งทิวา บุญมาโตน. (2560). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

รสสุคนธ์ แสงแก้ว. (2562). *การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกาปีที่ 2.* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: สุวิริยาสาส์น.

วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21.* กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

วิลาวรรณ บุพเต. (2560). *การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

วรรณศิริ หลงรัก. (2553). *ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual learning) เรื่องสถิติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิชชุดา วิศววิลาวัณย์. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์,* 30(3), 110-119.

ศิวะทัศน์ สุขสุวรรณ. (2555). การศึกษาคุณภาพของการเชื่อมโยงคะแนนแนวตั้งแบบพหุมิติสำหรับแบบทดสอบรูปแบบผสม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรดุษฎีบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศักดิ์ชาย ขวัญสิน. (2553). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสถิติโดยการใช้บทเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปงแม่ลอบจังหวัดลำพูน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริชัย กาญจนวาส. (2555). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2557). *การวิเคราะห์การสอบพิซ่าและโอเน็ตของสถาบันการศึกษาแห่งชาติเพื่อปฏิรูปการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโครงการ PISA ประเทศไทย. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์การอ่านและวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015. กรุงเทพฯ: (สสวท.).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3 คิวมีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์การอ่านและวิทยาศาสตร์นักเรียนรู้อะไรและทำอะไรได้บ้าง.* กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2558). *การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy): ชุดฝึกอบรมการยกระดับคุณภาพผู้เรียนสู่ความพร้อมในการประเมินระดับนานาชาติ (PISA),* ม.ป.ท.: ม.ป.พ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: วี. พริ้นท์ (1991).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพเส้นทางสู่ความสำเร็จ.* กรุงเทพฯ: 3-คิวมีเดีย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2559). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET): ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558.* กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21.* เพชรบูรณ์: โรงพิมพ์จุลดิสการพิมพ์.

สุณิสา สุมิรัตนะ. (2555). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และอัมพลิกา ประโมจนีย์. (2549). *การเรียนรู้เพื่อวันพรุ่งนี้.* กรุงเทพฯ: เซเว่นพริ้นติ้งกรุ๊ป.

สุชาดา ปัทมวิภาต. (2557). การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015. *นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,* 42 (188), 35-39.

สุวิมล ว่องวาณิช. (2557). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมทรง สุวพานิช. (2549). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 1023622 พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา.* มหาสารคาม: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรการสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สมชาย วรกิจเกษมสกุล. (2554). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3) กรุงเทพฯ: อักษรศิลป์.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึก 112* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2552). *ระเบียบวิธีวิจัยสาหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมประสงค์ เสนารัตน์. (2555). *การพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อวินิจฉัยกระบวนการ พุทธิปัญญาในการเรียนพีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกระบวนการประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุนันทา ศิริเบญจา. (2556). การพัฒนาแบบทดสอบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์สาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยประมาณค่าความสามารถของผู้สอบด้วยวิธีของเบสสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์,* 8(22), 87-102, (มกราคม-เมษายน).

สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้.* กรุงเทพฯ: เซเวนพริ้นติ้งกรุป

สัตยา นาอุดม. (2559). *การพัฒนาแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้ดมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อนันดา สัณฐิติวณิชย์. (2554). *การพัฒนาแบบวัดความสามารถในการอ่านคิดวิเคราะห์และเขียนสื่อความสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อังษณานันท์ เด่นสท้าน. (2558). *กรณีศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นบูรณาการร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชันเพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนร้อยละสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค.* (การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อัญชลี ชยานุวัชร. (2554). *การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.* กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.

อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุบลวรรณ ปัญนะ. (2558). ผล*การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องเซตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองปริญญามหาบัณฑิต), พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

Ava Marie Valeri. (2019). *Can Knowledge of Mathematical Key Words Assist a Fifth Grade Student in Developing Word Problem Skills? A Single Student Study.* Masters of Arts in the Graduate Program., Caldwell University

Bussiere, p. and others. (2001). *Measuring up: The Performance of Canada' s youth in Reading.* Mathematics and Science: OECD PIS Study-First Results for Canadians Age15. Ottawa, ON: Statistics Canada.

Daniel, S. (2014). *Difference of students mathematical connection ability using Realistic Mathematics Education approach and problem posing approach in SMP SWASTA KATOLIK ASSISI MEDAN ACADEMIC year 2014/2015.* Mathematics Education Study Program, Faculty of Mathematics and Science, Universitas Negeri Medan.

De Lange, J. (1996). Using and Applying Mathematics in Education. In A.j. Bishop et al., (Eds.), *International Handbook of Mathematics Education. Kluwer,* 49-97.

De Lange, J. (2003). *Matematics for Literacy. In Madison, B.L. and Steen, L. A. (editors).* Quantitative Literacy: Why Numeracy Matters for School and Colleges. pp. 75- 89. New Jersey: National Council on Education and the Disciplines.

Dickinson, P., Eade, F., Gough, S., & Hough, S. (2010). *Using Realistic Mathematics Education with low to middle attaining pupils in secondary school reference.* Proceedings of the British Congress for Mathematics Education April.

Fauzan, A. (2002). *Apply Realistic Mathematics Education (RME) in Teaching Geometry in Indonesian Primary Schools*, 35-43.

Fauzan, A., Slettenhaar, D., & Plomp, T. (2002). *Traditional mathematics education vs. realistic mathematics education: hoping for changes.* Paper presented at the In: 3rd International Conference on Mathematics Education and Society, MES 2002, Helsingor.

Karonda Foster.(2020). *THE EFFECTS OF MATH LITERACY UTILIZING A READING APPRENTICESHIP FRAMEWORK ON MATH ACHIEVEMENT OF ANALYTIC GEOMETRY.* Faculty of Tift College of Education at., Mercer University

OECD. (2013). *PISA 2015 draft mathematics framework.* N.P.: n.p

Seyma Pekgoz. (2020). *Teachers and Students Mathematical Problem-Solving Beliefs and Skills with a Focus on Pisa Problems.* The Degree of Doctor of Education at Teachers College., Columbia University.

Talal Hashem Arabeyyat. (2017). *A COMPARATIVE STUDY EXAMINING PRESERVICE TEACHERS' BELIEFS ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND THEIR PERFORMANCES IN SOLVING REAL-LIFE MATHEMATICAL PROBLEMS IN JORDAN AND THE UNITED STATES.* Faculty of the Graduate School of University at Buffalo, State University of New York.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

# เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

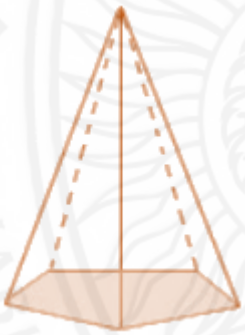
**แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์**

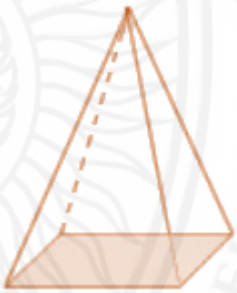
**<u>สถาการณ์พีระมิด ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1</u>**

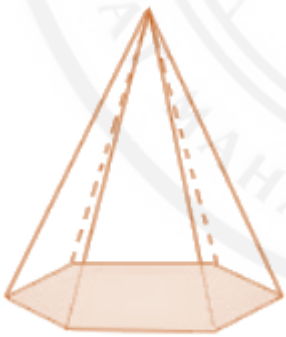
แบบจำลองพีระมิดของศิลปินท่านหนึ่ง มีลักษณะดังรูปต่อไปนี้

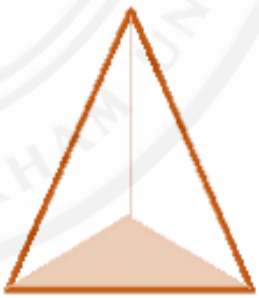


1. จากภาพข้างล่างแสดงโครงสร้าง “ฐาน” แบบต่างๆที่มองจากมุมข้างเพียงภาพเดียวเท่านั้นที่ตรงกับแบบจำลองที่ศิลปินดังกล่าวได้สร้างไว้ จงเขียนหมายเลข 1,2,3 หรือ 4 ลงในคำตอบ

1. 

2. 

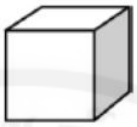
3. 

4. 

<u>ตอบ</u>

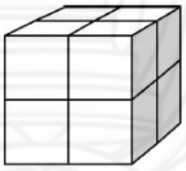
**<u>สถาการณ์ตัวต่อ ใช้ตอบคำถามข้อที่ 2</u>**

อารยาชอบสะสมตัวต่อจากลูกบาศก์เล็กๆ ดังรูป



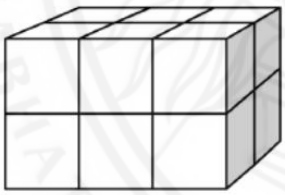
ลูกบาศก์เล็ก

อารยามีลูกบาศก์เล็กๆอย่างนี้มากมาย เธอใช้กาวต่อลูกบาศก์เล็ก ๆ เข้าด้วยกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากแบบต่าง ๆ ครั้งแรกอารยาต่อลูกบาศก์เล็ก ๆ แปดอันเข้าด้วยกัน ดังรูป ก

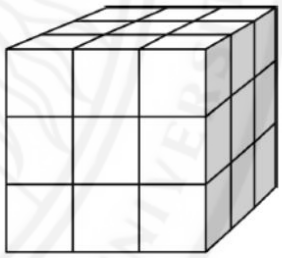


รูป ก

จากนั้นอารยาต่อลูกบาศก์เล็กๆเข้าด้วยกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมตัน ดังรูป ข และรูป ค



รูป ข



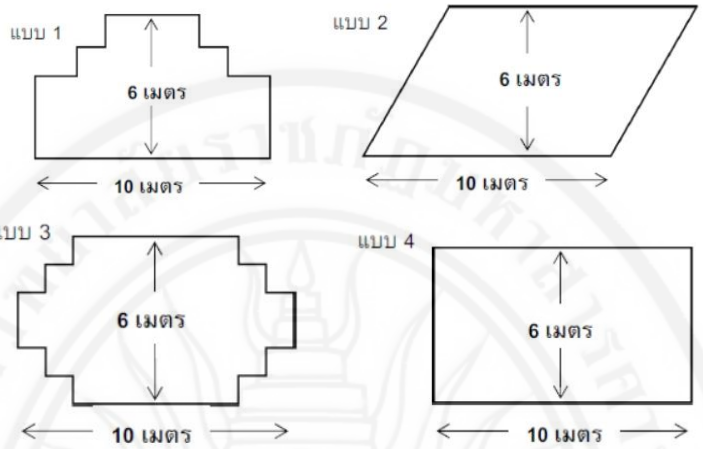
รูป ค

2. รูป ค อารยาต้องใช้ลูกบาศก์เล็ก ๆ ทั้งหมดกี่อัน

<u>ตอบ</u>

**<u>สถาการณ์สวนหย่อม ใช้ตอบคำถามข้อที่ 3</u>**

ไพโรจน์มีกระดานยาว 32 เมตร และต้องการใช้ไม้นี้ล้อมกรอบสวนหย่อม เขามีแบบสวนหย่อมที่คิดไว้ 4 แบบ ดังนี้

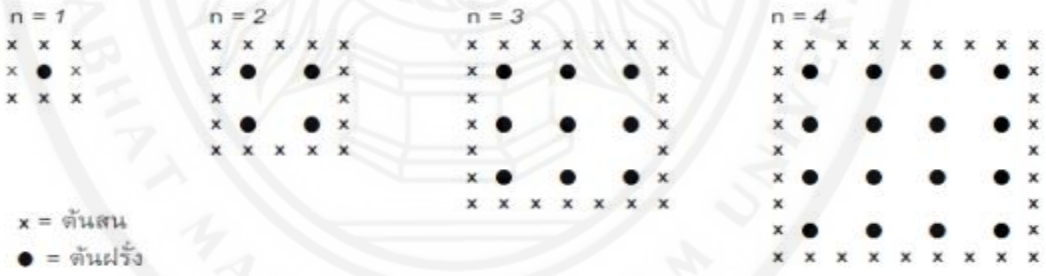



3. จากรูป ไพโรจน์สามารถล้อมกรอบสวนหย่อมแบบใดได้บ้าง เพราะเหตุใด

<u>ตอบ</u>

**<u>สถาการณ์สวนฝรั่ง ใช้ตอบคำถามข้อที่ 4-5</u>**

ชาวีปลูกฝรั่งในแปลงรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส นอกจากนี้ยังปลูกต้นสนไว้รอบๆแปลงฝรั่ง เพื่อป้องกันลมด้วยแผนผังในรูปต่อไปนี้ แสดงแปลงฝรั่งดังกล่าว โดย n คือจำนวนแถวของต้นฝรั่ง




4. ถ้ามีต้นฝรั่ง 25 ต้น จะมีต้นสนกี่ต้น

<u>ตอบ</u>

5. นักเรียนสามารถคำนวณหาจำนวนของต้นฝรั่งและจำนวนของต้นสนโดยใช้สูตร 2 สูตร ต่อไปนี้

จำนวนของต้นฝรั่ง = $n^2$

จำนวนของต้นสน = $8n$

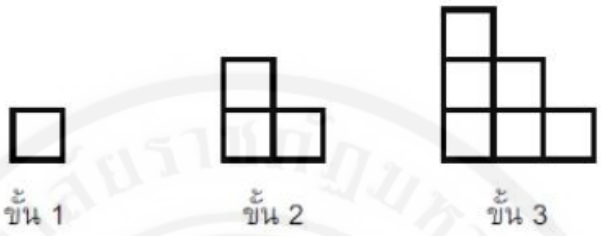
เมื่อ $n$ คือจำนวนแถวของต้นฝรั่ง

จะมีค่าของ $n$ อยู่ค่าหนึ่งที่จำนวนของต้นฝรั่งจะเท่ากับจำนวนของต้นสน จงหาค่าของ $n$ นั้น

<u>ตอบ</u>

**<u>สถาการณ์รูปแบบขั้นบันได ใช้ตอบคำถามข้อที่ 6-7</u>**

พิศาลสร้างรูปแบบขั้นบันไดโดยการใช้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังรูป




จะเห็นว่าเขาใช้รูปสี่เหลี่ยมหนึ่งรูปสำหรับบันได 1 ขั้น 3 รูปสำหรับบันได 2 ขั้น และ 6 รูปสำหรับบันได 6 ขั้น

6. เขาจะต้องใช้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจำนวนกี่รูป เพื่อสร้างบันได 5 ขั้น (วาดรูปประกอบ)

<u>ตอบ</u>

7. บันไดขั้นที่ 4 และขั้นที่ 7 มีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสต่างกันกี่รูป

<u>ตอบ</u>

**<u>สถาการณ์ชั้นวางหนังสือ ใช้ตอบคำถามข้อที่ 8</u>**

การประกอบชั้นวางหนังสือหนึ่งชุดให้สมบูรณ์ไพโรจน์ต้องใช้ส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้



แผ่นไม้ยาว 4 แผ่น
แผ่นไม้สั้น 6 แผ่น
ตัวหนีบตัวเล็ก 12 ตัว
ตัวหนีบตัวใหญ่ 2 ตัว
สกรู 14 ตัว

8. ไพโรจน์มีแผ่นไม้สี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบยาว 30 แผ่น แบบสั้น 35 แผ่น ตัวหนีบเล็ก 120 ตัว ตัวหนีบใหญ่ 30 ตัว และสกรู 200 ตัว ไพโรจน์สามารถประกอบชั้นวางหนังสือได้ทั้งหมดกี่ชุด

<u>ตอบ</u>

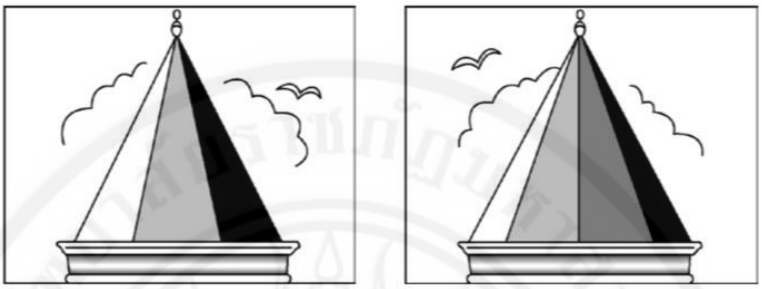
**<u>สถาการณ์ลานบ้าน ใช้ตอบคำถามข้อที่ 9</u>**

9. กล่องกระดาษรูปลูกเต๋ามีปริมาตร 64 ลูกบาศก์นิ้ว ภายในบรรจุพีระมิดที่มีฐานและความสูงเท่ากับกล่องพอดี พีระมิดนั้นจะมีปริมาตรเท่าใด จงแสดงวิธีคำนวณหาปริมาตรของพีระมิด

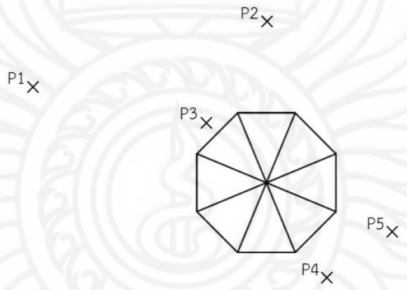
<u>ตอบ</u>

**<u>สถาการณ์การเห็นหอสูง ใช้ตอบคำถามข้อที่ 10</u>**

รูปที่ 1 และรูปที่2 ข้างล่าง เป็นภาพวาดของหอสูงหอเดียวกันทั้งสองรูป ในรูป 1 นักเรียนเห็นหลังคาของหอสูงสามด้าน ในรูป 2 เห็นสี่ด้าน



แผนผังข้างล่างต่อไปนี้ แสดงภาพของหลังคาหอสูงที่มองลงมาจากข้างบน P1-P5 เป็นตำแหน่งต่าง ๆ ห้าตำแหน่ง ซึ่งแสดงด้วยเครื่องหมายกากบาท (X) ณ ตำแหน่งเหล่านี้ ผู้ที่มองดูหอสูงจะสามารถมองเห็นจำนวนด้านของหลังคาได้ต่างกัน




10. จงเขียนวงกลมแสดงจำนวนด้านของหลังคาที่จะสามารถมองเห็นได้จากตำแหน่งต่าง ๆ ในตารางข้างล่าง

| ตำแหน่ง | จำนวนด้านของหลังคาที่สามารถมองเห็นจากตำแหน่งต่าง ๆ (จงวงรอบจำนวนที่ถูกต้อง) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P1 | 1 | 2 | 3 | 4 | มากกว่า 4 |
| P2 | 1 | 2 | 3 | 4 | มากกว่า 4 |
| P3 | 1 | 2 | 3 | 4 | มากกว่า 4 |
| P4 | 1 | 2 | 3 | 4 | มากกว่า 4 |
| P5 | 1 | 2 | 3 | 4 | มากกว่า 4 |

<u>ตอบ</u>

| ตำแหน่ง | จำนวนด้านของหลังคาที่สามารถมองเห็นจากตำแหน่งต่างๆ (จงวงรอบจำนวนที่ถูกต้อง) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P1 | 1 | 2 | 3 | 4 | มากกว่า 4 |
| P2 | 1 | 2 | 3 | 4 | มากกว่า 4 |
| P3 | 1 | 2 | 3 | 4 | มากกว่า 4 |
| P4 | 1 | 2 | 3 | 4 | มากกว่า 4 |
| P5 | 1 | 2 | 3 | 4 | มากกว่า 4 |

# ภาคผนวก ข

## การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

**แบบประเมินความสอดคล้อง**
**แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร**

**คำชี้แจง** โปรดพิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร แต่ละข้อต่อไปนี้

โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ โดยที่

☐ สอดคล้อง มีค่า +1
☐ ไม่แน่ใจ มีค่า 0
☐ ไม่สอดคล้อง มีค่า -1

ตามความคิดเห็นของท่าน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลหรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

**ข้อที่ 1**

1. แบบจำลองพีระมิดของศิลปินท่านหนึ่ง มีลักษณะดังรูปต่อไปนี้ (รูปภาพ)
<u>คำถาม</u> จากภาพข้างล่างแสดงโครงสร้าง “ฐาน” แบบต่าง ๆ ที่มองจากมุมข้างเพียงภาพเดียวเท่านั้นที่ตรงกับแบบจำลองที่ศิลปินดังกล่าวได้สร้างไว้ จงเขียนหมายเลข 1,2,3 หรือ 4 ลงในคำตอบ (โจทย์กำหนดรูปมาให้)

ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 1

☐ สอดคล้อง ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ

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

**ข้อที่ 2**

2. อารยาชอบสะสมตัวต่อจากลูกบาศก์เล็ก ๆ (รูปภาพ) อารยามีลูกบาศก์เล็ก ๆ อย่างนี้มากมาย เธอใช้กาวต่อลูกบาศก์เล็ก ๆ เข้าด้วยกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากแบบต่าง ๆ ครั้งแรกอารยาต่อลูกบาศก์เล็ก ๆ แปดอันเข้าด้วยกัน ดังรูป ก (รูปภาพ) จากนั้นอารยาต่อลูกบาศก์เล็ก ๆ เข้าด้วยกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมตัน ดังรูป ข และรูป ค (รูปภาพ)
<u>คำถาม</u> รูป ค อารยาต้องใช้ลูกบาศก์เล็ก ๆ ทั้งหมดกี่อัน (โจทย์กำหนดรูปมาให้)

ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 2

☐ สอดคล้อง ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

**ข้อที่ 3**

3. ไพโรจน์มีกระดานยาว 32 เมตร และต้องการใช้ไม้นี้ล้อมกรอบสวนหย่อม เขามีแบบสวนหย่อมที่คิดไว้ 4 แบบ ดังนี้ (รูปภาพ)
<u>คำถาม</u> จากรูป ไพโรจน์สามารถล้อมกรอบสวนหย่อมแบบใดได้บ้าง เพราะเหตุใด

ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 4

☐ สอดคล้อง ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

**ข้อที่ 4**

4. ชาวีปลูกฝรั่งในแปลงรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส นอกจากนี้ยังปลูกต้นสนไว้รอบ ๆ แปลงฝรั่ง เพื่อป้องกันลมด้วยแผนผังในรูปต่อไปนี้ แสดงแปลงฝรั่งดังกล่าว โดย n คือจำนวนแถวของต้นฝรั่ง
<u>คำถาม</u> ถ้ามีต้นฝรั่ง 25 ต้น จะมีต้นสนกี่ต้น

ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 3

☐ สอดคล้อง ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

**ข้อที่ 5**

5. ชาวีปลูกฝรั่งในแปลงรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส นอกจากนี้ยังปลูกต้นสนไว้รอบๆแปลงฝรั่ง เพื่อป้องกันลมด้วยแผนผังในรูปต่อไปนี้ แสดงแปลงฝรั่งดังกล่าว โดย n คือจำนวนแถวของต้นฝรั่ง

<u>คำถาม</u> นักเรียนสามารถคำนวณหาจำนวนของต้นฝรั่งและจำนวนของต้นสนโดยใช้สูตร 2 สูตรต่อไปนี้

จำนวนของต้นฝรั่ง = $n^2$

จำนวนของต้นสน = $8n\ n$

เมื่อ $n$ คือ จำนวนแถวของต้นฝรั่ง

จะมีค่าของ $n$ อยู่ค่าหนึ่งที่จำนวนของต้นฝรั่งจะเท่ากับจำนวนของต้นสน จงหาค่าของ $n$ นั้น

ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 5

☐ สอดคล้อง ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

**ข้อที่ 6**

6. พิศาลสร้างรูปแบบขั้นบันไดโดยการใช้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังรูป(รูปภาพ) จะเห็นว่าเขาใช้รูปสี่เหลี่ยมหนึ่งรูปสำหรับบันได 1 ขั้น 3 รูปสำหรับบันได 2 ขั้น และ 6 รูปสำหรับบันได 6 ขั้น

<u>คำถาม</u> เขาจะต้องใช้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจำนวนกี่รูป เพื่อสร้างบันได 5 ขั้น (วาดรูปประกอบ)

ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 3

☐ สอดคล้อง ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

**ข้อที่ 7**

7. พิศาลสร้างรูปแบบขั้นบันไดโดยการใช้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังรูป (รูปภาพ) จะเห็นว่าเขาใช้รูปสี่เหลี่ยมหนึ่งรูปสำหรับบันได 1 ขั้น 3 รูปสำหรับบันได 2 ขั้น และ 6 รูปสำหรับบันได 6 ขั้น
<u>คำถาม</u> บันไดขั้นที่ 4 และขั้นที่ 7 มีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสต่างกันกี่รูป

ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 3

☐ สอดคล้อง ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

**ข้อที่ 8**

8. การประกอบชั้นวางหนังสือหนึ่งชุดให้สมบูรณ์ไพโรจน์ต้องใช้ส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้(รูปภาพ)
<u>คำถาม</u> ไพโรจน์มีแผ่นไม้สี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบยาว 30 แผ่น แบบสั้น 35 แผ่น ตัวหนีบเล็ก 120 ตัว ตัวหนีบใหญ่ 30 ตัว และสกรู 200 ตัว ไพโรจน์สามารถประกอบชั้นวางหนังสือได้ทั้งหมดกี่ชุด

ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 4

☐ สอดคล้อง ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

**ข้อที่ 9**

9. <u>คำถาม</u> กล่องกระดาษรูปลูกเต๋ามีปริมาตร 64 ลูกบาศก์นิ้ว ภายในบรรจุพีระมิดที่มีฐานและความสูงเท่ากับกล่องพอดี พีระมิดนั้นจะมีปริมาตรเท่าใด จงแสดงวิธีคำนวณหาปริมาตรของพีระมิด

ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 2

☐ สอดคล้อง ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

**ข้อที่ 10**

10. มีรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ข้างล่าง เป็นภาพวาดของหอสูงหอเดียวกันทั้งสองรูป ในรูป 1 นักเรียนเห็นหลังคาของหอสูงสามด้าน ในรูป 2 เห็นสี่ด้าน (รูปภาพ) แผนผังข้างล่างต่อไปนี้ แสดงภาพของหลังคาหอสูงที่มองลงมาจากข้างบน P1-P5 เป็นตำแหน่งต่าง ๆ ห้าตำแหน่ง ซึ่งแสดงด้วยเครื่องหมายกากบาท (X) ณ ตำแหน่งเหล่านี้ ผู้ที่มองดูหอสูงจะสามารถมองเห็นจำนวนด้านของหลังคาได้ต่างกัน (รูปภาพ)

<u>คำถาม</u> จงเขียนวงกลมแสดงจำนวนด้านของหลังคาที่จะสามารถมองเห็นได้จากตำแหน่งต่างๆในตารางข้างล่าง

ระดับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ระดับ 3

☐ สอดคล้อง ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่สอดคล้อง

เหตุผล/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

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

# ภาคผนวก ค

# การหาคุณภาพของแบบทดสอบ

**ตารางที่ ค.1** ผลรวมและค่า $IOC$ ของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

| แบบทดสอบข้อที่ | คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | | $\sum R$ | $IOC$ | สรุปผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 1 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 2 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 3 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 4 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 5 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 6 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 7 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 8 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 9 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 10 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |

**ตารางที่ ค.2** ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

| แบบทดสอบข้อที่ | ค่าความยาก (p) | ค่าอำนาจจำแนก (D) |
|---|---|---|
| 1 | 0.7 | 0.6 |
| 2 | 0.7 | 0.5 |
| 3 | 0.7 | 0.6 |
| 4 | 0.6 | 0.6 |
| 5 | 0.6 | 0.7 |
| 6 | 0.7 | 0.7 |
| 7 | 0.6 | 0.8 |
| 8 | 0.6 | 0.8 |
| 9 | 0.7 | 0.6 |
| 10 | 0.7 | 0.5 |
| ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .866 | | |

**ตารางที่ ค.3** ค่าดัชนีความเห็นพ้องของผู้ประเมิน (RAI) ของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

| เลขที่ | ผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 1 | | | | | | | | | | ผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 | | | | | | | | | | R1-R2 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 14 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 17 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(ต่อ)

**ตารางที่ ค.3 (ต่อ)**

| เลขที่ | ผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 1 | | | | | | | | | | ผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 | | | | | | | | | | R1-R2 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 23 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 28 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | 1 | 1 | 0 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(ต่อ)

**ตารางที่ ค.3 (ต่อ)**

| เลขที่ | ผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 1 | | | | | | | | | | ผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 | | | | | | | | | | R1-R2 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 36 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 39 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 40 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| ค่าดัชนีความเห็นพ้องของผู้ประเมิน (RAI) เท่ากับ .93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# ภาคผนวก ง

# รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

# รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

| | |
|---|---|
| 1. อาจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส | ปร.ด. (คณิตศาสตร์) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ |
| 2. อาจารย์ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พินิจ | ปร.ด. (คณิตศาสตร์) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ |
| 3. นางพรพิมาน ยุบลวัฒน์ | กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา) ตำแหน่งทางวิชาการ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนอนุกูลนารี ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติและการวิจัย |
| 4. นายอุดร กล้าขยัน | วท.ม. (สถิติประยุกต์) ตำแหน่งทางวิชาการ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสหัสขันธ์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ |
| 5. ผศ.ดร.วิทยา วรพันธุ์ | ศษ.ด. (นวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้) อาจารย์ประจำ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน |
| 6. อาจารย์ ดร.อัครพงศ์ วงศ์พัฒน์ | ศษ.ม. (คณิตศาสตรศึกษา) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ |

# ภาคผนวก จ

# หนังสือขอความอนุเคราะห์



# บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์

ที่ คศ.๖๐๐๗๘/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๑๑ มีนาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร. บรรชา นันจรัส

ด้วยนางสาวอัญชิสา นาเลา นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๘๐๑๐๑๖๐๑๐๙ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบการรู้เรื่อง

☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)

คณบดีคณะครุศาสตร์



# บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์
ที่ คศ.๐๓๐๒/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๑๖ สิงหาคม ๒๕๖๕
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์
เรียน อาจารย์ ดร. อัครพงศ์ วงศ์พัฒน์

ด้วยนางสาวอัญชิสา นาเลา นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๘๐๑๐๑๖๐๑๐๙ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ ☑ สัมภาษณ์แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓
☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
คณบดีคณะครุศาสตร์

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/๖๖๕๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๑๖ สิงหาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณพรพิมาน ยุบลวัฒน์

ด้วยนางสาวอัญชิสา นาเลา นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๘๐๑๐๑๖๐๑๐๙ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบการรู้เรื่อง

☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบสัมภาษณ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๒๒๕๑๒๒๘๕



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๓๘๔๙

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๑๗ พฤษภาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นายอุดร กล้าขยัน

ด้วยนางสาวอัญชิสา นาเลา นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๘๐๑๐๑๖๐๑๐๙ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ ☑ สัมภาษณ์แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓

☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๒๒๕๑๒๒๘๕



# บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์

ที่ คค.๖๐๐๗๘/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๑๑ มีนาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร. วีรพงษ์ วงศ์พินิจ

ด้วยนางสาวอัญชิสา นาเลา นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๘๐๑๐๑๖๐๑๐๙ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบการรู้เรื่อง

☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)

คณบดีคณะครุศาสตร์



ที่ อว๐๕๔๐.๐๒/ว๐๓/๓๕ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒๘ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิทยา วรพันธุ์

ด้วยนางสาวอัญชิสา นาเลา นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๘๐๑๐๑๖๐๑๐๙ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวทางการจัดการเรียนรู้เพิ่งส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ ☑ แนวทางการจัดการเรียนรู้เพิ่งส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณามหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๒๒๕๑๒๒๘๕

# การเผยแพร่ผลงานวิจัย

อัญชิสา นาเลา และรามนรี นนทภา. (2565). แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร. ใน *การประชุมวิชาการเสนอ ผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับชาติ ครั้งที่ 6 (ระบบออนไลน์)* (น. 426-442), วันศุกร์ที่ 22 กรกฎาคม 2565. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

# ประวัติผู้วิจัย

**ชื่อ-สกุล** นางสาวอัญชิสา นาเลา
**วันเกิด** 7 เมษายน 2541
**ที่อยู่ปัจจุบัน** 36 หมู่ 5 ตำบลเมืองสรวง อำเภอเมืองสรวง
จังหวัดร้อยเอ็ด รหัสไปรษณีย์ 45220

**ประวัติการศึกษา**

พ.ศ. 2559 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พ.ศ. 2565 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY