

Ms 129728

การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ  
โครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

นางสาวเพียงขวัญ แสนมณี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
พ.ศ. 2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวเพียงขวัญ แสนมณี แล้ว  
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ จูนาพรธรรม)

ว่าที่ร้อยตรี

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรณู ชุยกะเดื่อง)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นवल นนทภา)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชัย จันทขุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....ปี.....

- ชื่อเรื่อง : การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ  
โครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
- ผู้วิจัย : นางสาวเพียงขวัญ แสนมณี
- ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา)  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นवल นนทภา
- ปีการศึกษา : 2563

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านกอกโคกวิทยา อำเภอกุเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 ในปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 ห้อง จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1.) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 10 แผน 2.) แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 8 สมรรถนะ จำนวน 8 ข้อ โดยมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ แบบเชิงซ้อน แบบเขียนตอบ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างจากแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์งานเขียน การบรรยายเชิงวิเคราะห์ และการทดสอบสมมุติฐานใช้สถิติทดสอบ t-test (One Simple t-test)

ผลการวิจัยพบว่า การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเรียงตามความสามารถในการใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์สูงไปต่ำ คือ สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation) สมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning) สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (Communication) สมรรถนะที่ 4

ข

การสร้างตัวแบบ (Modeling) สมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) สมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools) ตามลำดับ

คำสำคัญ : การศึกษาสมรรถนะ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน  
แนวคิดสะเต็มศึกษา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, flowing lines that represent the name of the author.

---

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

**Title** : The Mathematical Competencies of Project-based learning activities based on STEM Education for Grade 4-6 Students.

**Author** : Ms.Piangkwan Sanmanee

**Degree** : Master of Education (Mathematics Education)  
Rajabhat Maha Sarakham University

**Advisors** : Assistant Professor Dr.Navapon Nontapa

**Year** : 2020

### ABSTRACT

The purpose of this research was to study mathematical competencies of Project-based learning activities based on STEM Education for Grade 4-6 students. After studying with the criteria of 70 percent, the target group in this study were upper elementary students. BanKokKhokWittaya School, khumueang district, buriram province under the office of buriram primary educational service area zone 4 in the academic year 2019, consisting of 3 rooms, consisting of 21 people, by random sampling. The tools used in the research were 1) 10 activity plan learning project plans based on the stem educational concept. 2) 8 mathematical competency tests of 8 items with the characteristics of multiple choice, complexity, Writing responses and semi-structured interviews from the mathematical competency scale. Statistics for data analysis consist of frequency, percentage, mean, standard deviation. Analysis of writings analytical lecture and hypothesis testing using t-test (one simple t - test).

The results of the research showed that mathematical competency study by using project-based learning management model based on stem educational concepts of grade 4-6 students mathematics achievement, achievement after studying, the average score was 73.21 percent which was higher than the criteria statistical significance at the level of .05 is classified according to the mathematical competencies of the students, which are arranged according to the ability to use mathematical performance high to low, namely the seventh, the use of symbolic language and operation (using symbolic, language and operation) competency 1<sup>st</sup> thinking and

reasoning competency 6<sup>th</sup> representation symbols (representation) competency 3<sup>rd</sup> communication) competency 4<sup>th</sup> modeling. competency 2<sup>nd</sup> creating arguments. (argumentation), performance 5<sup>th</sup>, problem posing and solving. competency 8<sup>th</sup>, using aids and tools, respectively.

**Keywords** : Competencies, Mathematical Competencies, Project Management Learning, Stem Educational Concepts



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

A handwritten signature in blue ink, consisting of several fluid, connected strokes.

---

Major Advisor

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพพล นนทภา ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรัญ ชุยกะเต็อง ผู้ทรงคุณวุฒิในการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ เสนอแนะแนวคิด ตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่อง และสนับสนุน ส่งเสริม ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความเมตตาของอาจารย์ทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ อาจารย์ประจำสาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อาจารย์ ดร.นิตยา จันตะคุณ อาจารย์ประจำสาขาวิชาสถิติศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และอาจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย และให้คำปรึกษาในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา นายปกครอง แสนมณี มารดา นางพัฒน์ แสนมณี และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ที่คอยเป็นกำลังใจ ช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนด้วยดีตลอดมา คุณค่าและความดีอันใดที่เกิดจาก วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ทุกท่าน ที่ให้การอบรมสั่งสอนผู้วิจัย และขอยกความดีนี้ให้กับผู้มีพระคุณทุกท่านที่ช่วยให้การทำวิทยานิพนธ์สำเร็จ ลุล่วงได้ด้วยดี

นางสาวเพียงขวัญ แสนมณี

## สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทคัดย่อ .....	ก
ABSTRACT .....	ค
กิตติกรรมประกาศ .....	จ
สารบัญ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ช
สารบัญภาพ .....	ณ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย .....	4
1.3 สมมุติฐานการวิจัย .....	5
1.4 ขอบเขตการวิจัย .....	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ .....	5
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย .....	9
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม .....	10
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2562) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย .....	10
2.2 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ .....	13
2.3 การรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ .....	18
2.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน .....	29
2.5 สะเต็มศึกษา .....	46
2.6 แผนการจัดการเรียนรู้ .....	55
2.7 การสัมภาษณ์ .....	57
2.8 การหาคุณภาพของเครื่องมือ .....	65
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	77
2.10 กรอบแนวคิดการวิจัย .....	89
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย .....	90
3.1 กลุ่มเป้าหมาย .....	90
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	91
3.3 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย .....	91



หัวเรื่อง	หน้า
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	104
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล .....	104
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	105
บทที่ 4 ผลการวิจัย .....	111
ผลการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ โครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย .....	111
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	130
5.1 สรุป .....	130
5.2 อภิปรายผล .....	133
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	135
บรรณานุกรม .....	137
ภาคผนวก .....	142
ภาคผนวก ก แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการสะเต็มศึกษา .....	142
ภาคผนวก ข แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ .....	160
ภาคผนวก ค การหาคุณภาพเครื่องมือ .....	167
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์ .....	175
ประวัติผู้วิจัย .....	180

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	กลุ่มของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ..... 19
2.2	พฤติกรรมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ..... 23
2.3	สัดส่วนของคะแนนกลุ่มกระบวนการ ..... 26
2.4	สัดส่วนของคะแนนกลุ่มเนื้อหา ..... 27
2.5	สัดส่วนของคะแนนกลุ่มบริบท / สถานการณ์ปัญหา ..... 27
2.6	เกณฑ์การพิจารณาและระดับคุณภาพของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ..... 33
2.7	เกณฑ์การพิจารณาและระดับคุณภาพของการสร้างข้อความคาดการณ์ ..... 34
2.8	เกณฑ์การพิจารณาและระดับคุณภาพของแหล่งการเรียนรู้ ..... 34
2.9	เกณฑ์การพิจารณาและระดับคุณภาพของการดำเนินการทำโครงการ ..... 35
2.10	เกณฑ์การพิจารณาและระดับคุณภาพของการนำเสนอ ..... 35
2.11	เกณฑ์การพิจารณาและระดับคุณภาพของความรอบคอบและความรับผิดชอบ ..... 36
2.12	เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ..... 73
2.13	ประเภทของความเชื่อมั่นความหมายและวิธีการประมาณค่า ..... 74
3.1	แบบการวิจัยกลุ่มเดียว การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังเรียน (One Group Pretest Posttest Design) ..... 91
3.2	วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ..... 92
3.3	จำนวนข้อสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์จำแนกตามเกณฑ์ต่าง ๆ ..... 100
3.4	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ..... 101
4.1	ผลการวิเคราะห์ความถนัดของนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำแนกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ..... 112
4.2	ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ หลังเรียนร้อยละ 70 และจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ หลังเรียนร้อยละ 70) ..... 114
4.3	ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบ t-test (one simple t – test) ..... 115

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กลุ่มสมรรถนะของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ .....	20
2.2	การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ .....	28
2.3	หลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา .....	51
2.4	กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	89



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ตามที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553 มาตรา 22 ระบุว่าการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ และมาตรา 24 ระบุว่าการจัดเนื้อหาสาระกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนต้องฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการและประยุกต์นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อไปสู่เป้าหมายของการเป็นคนเก่ง ดี และมีความสุข รวมถึงมาตรา 66 ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาที่มีใจความสำคัญว่า ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต จึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้นั้นควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงด้วยการบูรณาการศาสตร์ด้านต่าง ๆ และใช้เทคโนโลยีในการแสวงหาความรู้ผ่านการฝึกฝนทักษะเพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2553, น. 5)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยพัฒนากระบวนการความคิดของคนให้รู้จักคิดเป็น คิดอย่างมีเหตุผล มีระบบขั้นตอนในการคิด และยังช่วยสร้างเสริมคุณลักษณะที่สำคัญ มีความจำเป็นใน การดำรงชีวิต เช่น ความเป็นผู้มีเหตุผล มีลักษณะนิสัยละเอียด สุขุม รอบคอบ ช่างสังเกต มีไหว พริบ ปฏิภาณที่ดี อีกทั้งเป็นพื้นฐานในการศึกษาสาขาอื่นต่อไป วิชาคณิตศาสตร์ ถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่จำเป็นที่สุดสำหรับทุกคนในโลกปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบประชาธิปไตยจะต้องมีการตัดสินใจอย่างฉลาด สามารถแยกความแตกต่างระหว่างความสมเหตุสมผล กับความไม่สมเหตุสมผลได้ สามารถอภิปรายปัญหาต่างๆ และประเมินผลได้ สิ่งเหล่านี้ล้วนหาได้จากวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น (ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี, 2542, น. 1)ถึงแม้ในปัจจุบันคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ แต่การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังประสบปัญหาอย่างมาก ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ ต้องการ เนื่องจากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Testing : O-NET, น. 5) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนบ้าน กอกโคกวิทยา (รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET, 2559, น. 5) พบว่า

โดยภาพรวมคะแนนมาตรฐานการเรียนรู้ของนักเรียนเท่ากับ 36.25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานขั้นต่ำ (รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET, 2559, น. 5) และปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนบ้านกอกโคกวิทยา (รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET, 2560, น. 3) พบว่าโดยภาพรวมคะแนนมาตรฐานการเรียนรู้ของนักเรียนเท่ากับ 31.67 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานขั้นต่ำ (รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET, 2559, น. 3) พบว่ากลุ่มคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำลง ตามลำดับ อาจเกิดมาจากหลายสาเหตุ สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจากครูยังใช้วิธีการสอนแบบเดิม สอนโดยครูเป็นคนบอกและให้นักเรียนท่องจำมากกว่าให้นักเรียนทำความเข้าใจและหาผลที่ได้ด้วยตนเอง และอีกสาเหตุอาจเนื่องมาจากความไม่พร้อมทางด้านปัญญาของนักเรียนในขณะที่เรียน ส่งผลให้นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหา นั้น ๆ อย่างแท้จริงและไม่มีโน้ตสนในเรื่องนั้น ดังที่ (อัมพร ม้าคอง, 2547, น. 62) ได้กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์โดยทั่วไปนั้น ผู้สอนมักเป็นผู้วางแผนว่าจะสอนมโนทัศน์อะไรให้กับผู้เรียน จากนั้นสอนมโนทัศน์นั้นด้วยการอธิบาย แล้วให้ตัวอย่างหลากหลายตามนิยามหรือมโนทัศน์ที่จะสอน เพื่อให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดหรือโจทย์ที่มีลักษณะคล้ายตัวอย่างได้ แต่ก็มีข้อจำกัดกรอบความคิดของผู้เรียนให้อยู่ในเฉพาะกรอบที่ครูเตรียมมา ทำให้นักเรียนมีแนวคิดและมุมมองที่ไม่กว้างพอ

การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงด้วยการบูรณาการศาสตร์ด้านต่าง ๆ และใช้เทคโนโลยี เช่น สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพราะสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำองค์ความรู้จากวิชาวิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) มาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาสิ่งประดิษฐ์หรือคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์และประกอบอาชีพในอนาคตได้ รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (สุพรรณิ ขาญประเสริฐ, 2557, น. 3 – 5) ดังนั้นสะเต็มศึกษาจึงไม่ใช่เรื่องใหม่แต่เป็นการต่อยอดหลักสูตรโดยบูรณาการการเรียนรู้ใน 4 สาขาวิชาดังกล่าวเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ด้วยเหตุนี้สะเต็มศึกษาจึงส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรม เป็นต้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงและสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันรวมทั้งบรรยากาศ ในการเรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าแสดงออก และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่มอย่างสม่ำเสมอ จึงเห็นได้ว่าสะเต็มศึกษาเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นถึงคุณค่าของการเรียนในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ว่ามีประโยชน์อย่างไร ในการเรียน (สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยี, 2556, น. 4 – 5)

เนื่องจากในปัจจุบัน นักเรียนส่วนใหญ่ไม่รู้ว่่าสิ่งที่เรียนอยู่มีประโยชน์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง ซึ่งปัญหาดังกล่าวนี้นี้พบว่าเป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนหลาย ๆ วิชาโดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ มีหลายเรื่องที่นักเรียนไม่ได้ให้ความสนใจในการเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการมองไม่เห็นถึงประโยชน์ในการเรียนเรื่องดังกล่าว (Sander, 2009, p. 135)

การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competencies) เป็นสิ่งจำเป็นในการที่ผู้เรียนจะนำทักษะ และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา ซึ่งเป็นพื้นฐานที่มีความจำเป็น เช่นเดียวกับการอ่าน การเขียนได้ ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้และฝึกฝน (Devlin, 2000, p. 24 and Watson, 2002, p. 157) ในโลกปัจจุบันบุคคลต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการดำเนินชีวิตประจำวัน ความรู้และความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์ช่วยให้เข้าใจประเด็นหรือความจำเป็นต่าง ๆ อย่างมีความหมายและทำให้ภารกิจสำเร็จลุล่วง การขาดความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล อาจทำให้เกิดการตัดสินใจที่ผิดพลาดหรือสับสนในชีวิตการทำงานและชีวิตส่วนตัว เฉกเช่นผู้ตัดสินใจอย่างไร้ข้อมูลข่าวสาร (สุนีย์ คล้ายนิล, 2549, น. 8-13) กิจกรรมของมนุษย์และกิจกรรมทางสังคมต้องการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อการใช้งานและเพื่อเตรียมคนในการใช้ชีวิตมีความเข้าใจและกระทำอย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้น ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นักเรียนจึงไม่เรียนรู้เฉพาะมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เท่านั้น แต่ต้องรู้การใช้แนวคิดนี้เพื่อแก้ปัญหาแปลกใหม่และเรียนรู้การคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย โดยโครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-Operation and Development - OECD) จะทำให้เราทราบว่านักเรียนที่จะเติบโตไปสู่โลกแห่งอนาคตจะสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ และนำความรู้ที่มีไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือไม่ การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นการประเมินสมรรถนะของบุคคลในการที่จะบ่งบอกและเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลก เพื่อให้สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่เข้มแข็งและเพื่อใช้และผูกพันกับคณิตศาสตร์ที่จะตอบสนองความจำเป็นต่อชีวิตของแต่ละบุคคลในอันที่จะเป็นพลเมืองที่มีความคิด มีความหวังใยและสร้างสรรค์สังคม (โครงการ Programme for International Student Assessment หรือ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, น. 88)

กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบโครงงาน เป็นรูปแบบการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้จุดมุ่งหมายของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และหลักสูตรสัมฤทธิ์ผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เนื่องจากการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะรอบด้านตามนโยบายมาตรา 22, 24 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และมาตรฐานการศึกษาในส่วนของ

มาตรฐานด้านผู้เรียน (มาตรฐานที่ 4) และมาตรฐานด้านกระบวนการ (มาตรฐานที่ 18) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่จะก่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ปลูกฝังความเป็นนักคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการเรียนรู้ที่ให้อิสระแก่ผู้เรียน ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในหลากหลายมิติ (ถวัลย์ มาศจรัส และมณี เรืองขำ, 2549, น. 18) การเรียนรู้แบบโครงงานส่งผลให้นักเรียนได้มีโอกาสดำเนินการศึกษาโดยการวางแผนการศึกษาเพื่อตอบปัญหานั้น ๆ ด้วยตนเอง ออกแบบการทดลองหรือวิธีการศึกษา การลงมือทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานตลอดจนสรุปผลของการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาและชี้แนะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552, น. 218-219) การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นการศึกษาเรียนรู้ เพื่อค้นพบข้อความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ด้วย ตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นพบความรู้ใหม่ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544, น. 1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นกิจกรรมที่สามารถจัดได้ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษา (ลัดดา ภูเกียรติ, 2540, น. 33) นอกจากนี้ (ภพ เลหาทไพบุลย์ 2537, น. 277-278) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานไว้ว่า ให้ประโยชน์ต่อการสอนวิทยาศาสตร์มาก ซึ่งนอกจากนักเรียนได้เรียนรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์แล้วยังทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในวิธีคิดและการกระทำนักเรียนได้รับความรู้เนื้อหาวิชาซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษาค้นคว้าในการทำโครงงาน นักเรียนได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ และการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้มีความสนใจในวิทยาศาสตร์มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ถ้าสามารถจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาให้กับนักเรียนได้ ย่อมทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของการเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจนำรูปแบบการสอนการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ 2542 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านกอกโคกวิทยา จังหวัดบุรีรัมย์

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

### 1.3 สมมุติฐานการวิจัย

คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

### 1.4 ขอบเขตการวิจัย

#### 1.4.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านกอกโคกวิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2562 จำนวน 21 คน

#### 1.4.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สาระทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มีทั้งหมด 3 สาระการเรียนรู้ได้แก่ 1) จำนวนและพีชคณิต 2) การวัดและเรขาคณิต 3) สถิติและความน่าจะเป็น ส่วนสาระทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้สอดแทรกไว้ในบริบทหรือสถานการณ์ของปัญหา

#### 1.4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ตัวแปรตาม ได้แก่ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์

#### 1.4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

### 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

“สมรรถนะทางคณิตศาสตร์” หมายถึง ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ หรือ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematizing) กระบวนการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา การใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา มี 8 สมรรถนะ ได้แก่

1. การคิดและการใช้เหตุผล (Thinking and Reasoning) สมรรถนะนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการตั้งคำถาม รู้คำตอบทางคณิตศาสตร์ บอกความแตกต่างของประโยค (Statements) (เช่นนิยาม ทฤษฎี Conjecture สมมุติฐาน ตัวอย่าง ฯลฯ) และความเข้าใจและการใช้ข้อจำกัดของคณิตศาสตร์



2. การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) เกี่ยวข้องกับการรู้จักการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ (และรู้ว่าการพิสูจน์แตกต่างจากการใช้เหตุผลอย่างไร) สามารถติดตาม และประเมินการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ มีความรู้สึกถึงความจริง (รู้ว่าอะไรเกิดขึ้นได้/ไม่ได้ และทำไม) และสามารถสร้างและแสดงการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

3. การสื่อสาร (Communication) เกี่ยวข้องกับการแสดงออกของตน ความสามารถที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจตน โดยวิธีการต่างๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ ทั้งในรูปของการพูดและการเขียน และสามารถเข้าใจการพูดและการเขียนของผู้อื่นด้วยเช่นกัน

4. การสร้างตัวแบบ (Modeling) เกี่ยวข้องกับการวางโครงสร้างของสถานการณ์ที่จะต้องนำมาสร้างเป็นตัวแบบ (Model) การแปลความเป็นจริงให้เข้าสู่โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การประเมินความน่าเชื่อถือของตัวแบบ วิเคราะห์ วิจารณ์ ตัวแบบและผลที่เกิดขึ้น การสื่อสารแนวคิดของตัวแบบและผล (รวมทั้งข้อจำกัด) การติดตามและควบคุมกระบวนการของการสร้างตัวแบบ

5. การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) เป็นสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการตั้งคำถาม การสร้างเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ และการนิยาม ปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่างๆ (เช่น คณิตศาสตร์แก้ ประยุกต์ คำถามเปิด คำถามปิด) และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่างๆ โดยวิธีการที่หลากหลาย

6. การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) สมรรถนะด้านนี้เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส (Decoding) และการเข้ารหัส (Encoding) การแปลความ การตีความ และการบอกความแตกต่างของการแสดงเครื่องหมายของคณิตศาสตร์แบบต่างๆ และความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงเครื่องหมายแทนแบบต่างๆ การเลือกและการเปลี่ยนระหว่างรูปแบบต่างๆ ของการแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) ที่ให้สอดคล้องกับสถานการณ์และจุดประสงค์

7. การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation) เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส การตีความสัญลักษณ์ ภาษาคณิตศาสตร์ และความเข้าใจการเชื่อมโยงของภาษาคณิตศาสตร์กับภาษาธรรมดา การแปลความจากภาษาธรรมดาไปเป็นสัญลักษณ์/ภาษาคณิตศาสตร์ สามารถจัดการกับประโยคหรือพจน์ที่มีสัญลักษณ์และสูตร ความสามารถในการใช้ตัวแปรการแก้สมการ และการคำนวณ

8. ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools) สมรรถนะนี้เกี่ยวข้องกับการรับรู้ และความสามารถในการใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (รวมทั้งเครื่องมือภาคเทคโนโลยีสารสนเทศ) ที่สามารถช่วยกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังหมายรวมถึงความรู้ถึงข้อจำกัดของเครื่องมือเหล่านั้น ด้วย

“การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน” หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยมีครูคอยให้คำปรึกษากระตุ้นให้เกิด

ความคิดริเริ่มใหม่ ๆ และช่วยชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้อง การเรียนรู้โดยโครงการ มีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดหัวข้อที่จะศึกษา (Topic)

เป็นการกำหนดหัวข้อที่จะศึกษาหรือปัญหาที่ต้องค้นหาคำตอบนั้นถ้าเป็น ผู้เรียนระดับชั้นต้น ๆ ควรเห็นจะเป็นเรื่องใกล้ตัวและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันโดยผู้เรียน เป็นผู้กำหนด

2. จัดลำดับกิจกรรมหรือวิธีการ (Process)

การจัดลำดับกิจกรรมหรือวิธีการ เป็นการศึกษาค้นคว้ารวมทั้งพิจารณา แหล่งข้อมูลหรือแหล่งความรู้ที่จะศึกษา โดยอาจเน้นกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียน รู้จักสังเกต รู้จักตั้งคำถาม รู้จักตั้งสมมติฐาน รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนรู้จักสรุป หรือ การสร้างแผนที่ความคิด (Mind Mapping) และทำความเข้าใจกับสิ่งที่ค้นพบ

3. ลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่กำหนด (Practices)

ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนดเป็นช่วงที่สำคัญของการเรียนรู้ โดยโครงการ เพราะผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง มีการรับรู้วิธีการต่าง ๆ เช่น สังเกต สอบถาม ทดลอง ฯลฯ แล้วบันทึกสิ่งที่ค้นพบ

4. ขึ้นประเมินผลและการสรุป (Summary) หมายถึง ขึ้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้ บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียน และเพื่อร่วมกันประเมิน และสรุปเป็นกิจกรรมที่นำข้อมูลจากการศึกษาทำการสรุป และอภิปราย ประเมินผล โดยผู้เรียนควรจะต้องแสดงให้เห็นสิ่งที่ค้นพบพร้อมทั้งแสดงเหตุผลหรือ ข้อเสนอแนะ

5. นำเสนอ (Presentation)

ขึ้นนำเสนอผู้เรียนจะเป็นผู้เสนอข้อมูลหรือผลสรุปของการศึกษาค้นคว้า ซึ่งอาจจะนำเสนอในรูปแบบของรายงาน การจัดบอร์ด หรือแสดงในรูปแบบของตัวละคร เป็นต้น

“สะเต็มศึกษา” หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาแบบบูรณาการ ข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

“รูปแบบการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา” หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ 4 วิชา ได้แก่ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ วิศวกรรมศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ และเน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ๆ หรือค้นพบวิธีการใหม่ ๆ ที่นำมาใช้แก้ไข สถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนนำเสนอได้ ซึ่งสถานการณ์ปัญหานั้นต้องเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ใหม่ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษามี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดหัวข้อที่จะศึกษา (Topic)
2. จัดลำดับกิจกรรมหรือวิธีการ (Process)
3. ลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่กำหนด (Practices)
4. ชั้นประเมินผลและการสรุป (Summary)
5. นำเสนอ (Presentation)

“การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้” หมายถึง กระบวนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้ แบบย้อนกลับ ประกอบด้วย หัวเรื่องแผนการจัดการเรียนรู้ สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน การวัดและประเมินผล กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

“แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์” หมายถึง เครื่องมือในการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 ข้อ โดยมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ ธรรมดา เลือกตอบเชิงซ้อน และเขียนตอบสั้นๆหรือแบบอัตนัย

“แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง” หมายถึง เครื่องมือในการศึกษาการคิดเชิงสถิติของกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีกำหนดประเด็นข้อคำถามสำหรับการสัมภาษณ์เน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก (In – Depth Interview)

“การสัมภาษณ์เชิงลึก” หมายถึง เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุด เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถามและลำดับขั้นตอนของการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลโดยไม่ใช่แบบสอบถาม จะมีแนวของข้อคำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถามผู้ให้สัมภาษณ์ในลักษณะการเจาะลึก และต้องอาศัยความสามารถพิเศษของผู้สัมภาษณ์ในการค้นหารายละเอียดในประเด็นที่ศึกษาอย่างลึกซึ้ง

“เกณฑ์ร้อยละ 70” หมายถึง ค่าคะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งในที่นี้กำหนดเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวิเคราะห์จากคะแนนสอบหลังเรียนแล้วนำคะแนนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์เป็นร้อยละ 70 โดยเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551

### 1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ผลการวิจัยจะเป็นข้อเสนอแนะ เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย สำหรับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ ซึ่งจะเป็นแนวทางที่ส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และสอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## บทที่ 2

### การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2562) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
2. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์
3. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์
4. การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ
5. สะเต็มศึกษา
6. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับ
7. การสัมภาษณ์
8. การหาคุณภาพของเครื่องมือ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
10. กรอบแนวคิดในการวิจัย

#### 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) พุทธศักราช 2551 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560, น. 4-29)

### 2.1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือ สถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ และพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนา อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียน มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียม ผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิด วิเคราะห์การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถ ศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

### 2.1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและ เรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

จำนวนและพีชคณิต : เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิต ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

การวัดและเรขาคณิต : เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทาง เรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ใน สถานการณ์ต่าง ๆ

สถิติและความน่าจะเป็น : เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการ ตัดสินใจ

สรุปได้ว่า เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้ เยาวชนทุกคน ได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็น ต่อการพัฒนาผู้เรียน ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

### 2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ) พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระ และมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเกณฑ์ในการกำหนด คุณภาพของผู้เรียนอันเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิตซึ่งสาระมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระ คณิตศาสตร์กำหนดไว้มี 3 สาระดังนี้

#### สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

#### สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

สรุปได้ว่า สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กำหนดไว้ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต มีมาตรฐานการเรียนรู้ 3 ตัวชี้วัด การวัดและเรขาคณิต มีมาตรฐานการเรียนรู้ 2 ตัวชี้วัด และสถิติและความน่าจะเป็น มีมาตรฐานการเรียนรู้ 2 ตัวชี้วัด

## 2.2 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competencies) ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ล้วน ๆ ยังไม่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา แง่มุมที่สำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่สำคัญอีกด้านหนึ่ง คือ เรื่องของ “กระบวนการทางคณิตศาสตร์” หรือการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematising) กระบวนการที่นักเรียนนำมาใช้ในความพยายามที่จะแก้ปัญหานั้นถือว่าเป็น สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สมรรถนะต่าง ๆ เหล่านี้จะสะท้อนถึงวิธีที่นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา กรอบการประเมินผลของ PISA เลือกเน้น 8 สมรรถนะ ได้แก่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, น. 3)

1. การคิดและการใช้เหตุผล (Thinking and Reasoning) สมรรถนะนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการตั้งคำถาม รู้คำตอบทางคณิตศาสตร์ บอกความแตกต่างของประโยค (Statements) (เช่น นิยาม ทฤษฎี Conjecture สมมติฐาน ตัวอย่าง ฯลฯ) และความเข้าใจและการใช้ข้อจำกัดของคณิตศาสตร์

2. การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) เกี่ยวข้องกับการรู้จักการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ (และรู้ว่า การพิสูจน์แตกต่างจากการใช้เหตุผลอย่างไร) สามารถติดตาม และประเมินการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ แบบต่างๆ มีความรู้สึกถึงความจริง (รู้ว่าอะไรเกิดขึ้นได้/ไม่ได้ และทำไม) และสามารถสร้างและ แสดงการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์



3. การสื่อสาร (Communication) เกี่ยวข้องกับการแสดงออกของตน ความสามารถที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจตน โดยวิธีการต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ ทั้งในรูปของการพูดและการเขียน และสามารถเข้าใจ การพูดและการเขียนของผู้อื่นด้วยเช่นกัน

4. การสร้างตัวแบบ (Modeling) เกี่ยวข้องกับการวางโครงสร้างของสถานการณ์ที่จะต้องนำมา สร้างเป็น ตัวแบบ (Model) การแปลความเป็นจริงให้เข้าสู่โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การประเมินความน่าเชื่อถือ ของตัวแบบ วิเคราะห์ วิจารณ์ ตัวแบบและผลที่เกิดขึ้น การสื่อสารแนวคิดของตัวแบบและผล (รวมทั้งข้อจำกัด) การติดตามและควบคุมกระบวนการของการสร้างตัวแบบ

5. การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) เป็นสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการตั้ง คำถาม การสร้างเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ และการนิยามปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ (เช่น คณิตศาสตร์ แก้ ประยุกต์ คำถามเปิด คำถามปิด) และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ โดยวิธีการที่หลากหลาย

6. การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) สมรรถนะด้านนี้เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส (Decoding) และการเข้ารหัส (Encoding) การแปลความ การตีความ และการบอกความแตกต่าง ของการแสดงเครื่องหมายของคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงเครื่องหมาย แทนแบบต่าง ๆ การเลือกและการเปลี่ยนระหว่างรูปแบบต่าง ๆ ของการแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) ที่ให้สอดคล้องกับสถานการณ์และจุดประสงค์

7. การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation) เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส การตีความสัญลักษณ์ ภาษาคณิตศาสตร์ และความเข้าใจการเชื่อมโยงของภาษาคณิตศาสตร์กับภาษาธรรมดา การแปลความจากภาษาธรรมดาไปเป็นสัญลักษณ์/ภาษา คณิตศาสตร์ สามารถจัดการกับประโยคหรือพจน์ที่มีสัญลักษณ์และสูตร ความสามารถในการใช้ตัวแปร การแก้สมการ และการคำนวณ

8. ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools) สมรรถนะนี้เกี่ยวข้องกับการรับรู้และความ สามารถในการใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (รวมทั้งเครื่องมือภาคเทคโนโลยีสารสนเทศ) ที่สามารถช่วย กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังหมายรวมถึงความรู้ถึงข้อจำกัดของเครื่องมือ นั้น ๆ ด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552, น. 218-219) กล่าวว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถที่นักเรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และสามารถจำแนกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 8 สมรรถนะ ดังนี้

1. การคิดเป็นคณิตศาสตร์ (Thinking Mathematically)

1.1 การตั้งคำถามในเชิงคณิตศาสตร์ และการรู้ลักษณะคำตอบของ คณิตศาสตร์ ซึ่งไม่จำเป็นต้องตอบคำถามได้หรือรู้คำตอบ

1.2 การเข้าใจ และการจัดการกับขอบข่าย และข้อจำกัดของมโนทัศน์ที่กำหนดให้

1.3 การขยายขอบข่ายมโนทัศน์หนึ่งโดยการทำให้สมบัติบางข้อของมโน ทัศน์นั้นเป็นนามธรรม เช่น การวางนัยทั่วไปของผลลัพธ์เพื่อขยายขอบเขตของสิ่งนั้น

1.4 การแยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อความคิดคณิตศาสตร์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ข้อความเงื่อนไข ข้อความที่มีตัวบ่งปริมาณ สมมติฐาน คำนิยาม ทฤษฎี การคาดเดา

2. การตั้งปัญหา และการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (Posing and Solving Mathematical Problems)

2.1 การกำหนดปัญหา การตั้งปัญหา และการระบุปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ ชนิดต่าง ๆ ทั้งในเชิงคณิตศาสตร์ หรือเชิงประยุกต์ ปัญหาปลายเปิดหรือปัญหาปลายปิด

2.2 การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ชนิดต่าง ๆ ในเชิงคณิตศาสตร์หรือเชิง ประยุกต์ ปัญหาปลายเปิดหรือปัญหาปลายปิด ทั้งที่ตั้งโดยผู้อื่นหรือด้วยตนเอง

3. การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Modeling Mathematical) เช่น การ วิเคราะห์ และ การสร้างตัวแบบ

3.1 การวิเคราะห์หลักการพื้นฐาน และสมบัติของตัวแบบที่มีอยู่ ได้แก่ การประเมิน ขอบเขต และความตรงของตัวแบบ

3.2 การถอดรหัสตัวแบบที่มีอยู่ เช่น การแปลความ และการตีความ ส่วนประกอบ ของตัวแบบ

3.3 การนำเสนอการสร้างตัวแบบที่สอดคล้องกับบริบทที่กำหนดให้ได้แก่ โครงสร้าง การคิดในเชิงคณิตศาสตร์ การทำงานกับตัวแบบในการแก้ปัญหา ความตรงของตัว แบบทั้งภายใน และภายนอก การวิเคราะห์ และสังเคราะห์ตัวแบบทั้งในตัวแบบเอง และกับตัวแบบอื่นที่เป็นไปไม่ได้

การสื่อสารเกี่ยวกับตัวแบบ และผลของตัวแบบ การ ตรวจสอบ และควบคุมกระบวนการทั้งหมดในการสร้างตัวแบบ

#### 4. การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning Mathematically)

4.1 การติดตาม และประเมินข้อโต้แย้งของผู้อื่น

4.2 การรู้ว่าสิ่งใดเป็นการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ สิ่งใดไม่เป็น และรู้ว่า เป็นการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ต่างจากการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ชนิดอื่น ๆ อย่างไร เช่น ยุทธวิธีที่ใช้

4.3 การเปิดเผยความคิดที่เป็นพื้นฐานในการโต้แย้งที่กำหนดให้ (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพิสูจน์) ได้แก่ การแยกแยะใจความสำคัญออกจากรายละเอียด การแยกแยะ ความคิดออกจากหลักการ

4.4 การสร้างข้อโต้แย้ง เชิงคณิตศาสตร์ ที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ และแปลงยุทธวิธีการโต้แย้งไปสู่การพิสูจน์ที่สมเหตุสมผล เช่นการพิสูจน์ข้อความ

#### 5. การแสดงเครื่องหมายแทนวัตถุหรือสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ (Representing Mathematical Entities)

5.1 การเข้าใจ และการใช้ประโยชน์ ได้แก่ การถอดรหัส การตีความ และการแยกแยะความแตกต่างของการแสดงเครื่องหมายแทนวัตถุ ปรากฏการณ์ และ สถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ชนิดต่าง ๆ

5.2 การเข้าใจ และการใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ระหว่างการแสดง เครื่องหมายแทนชนิดต่าง ๆ ของวัตถุ และสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นสิ่งเดียวกัน ได้แก่ การรู้เกี่ยวกับจุดแข็งและข้อจำกัดของการแสดงเครื่องหมายแทนชนิดต่าง ๆ

#### 6. การจัดการกับสัญลักษณ์ และแบบแผนทางคณิตศาสตร์ (Handling Mathematical Symbols and Formalisms)

6.1 การถอดรหัสและการตีความสัญลักษณ์ และแบบแผนของภาษาทางคณิตศาสตร์ และการเข้าใจความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ และแบบแผนของภาษาทาง คณิตศาสตร์กับภาษาธรรมดา

6.2 การเข้าใจธรรมชาติ และกฎของระบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นแบบ แผน ทั้งโครงสร้างไวยากรณ์ และความหมาย

6.3 การแปลความจากภาษาธรรมาคาเป็นภาษาสัญลักษณ์

6.4 การควบคุม และการจัดการกับข้อความ และคำบรรยายที่ ประกอบด้วย สัญลักษณ์ และสูตร

7. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารด้วยคณิตศาสตร์ และการสื่อสาร เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Communication With and About Mathematics)

7.1 การเข้าใจข้อความที่ผู้อื่นเขียน พูด ในภาษาต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

7.2 การบรรยายเป็นคำพูดหรือรูปแบบของการเขียนได้อย่างถูกต้องตาม ทฤษฎีใน ระดับต่างๆ

8. การใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Making use of Aid and Tools) รวมถึง เทคโนโลยีสารสนเทศ

8.1 การรู้จักและรู้สมบัติของตัวช่วย และเครื่องมือต่างๆ ในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และรู้ความแตกต่าง และข้อจำกัดของตัวช่วย และเครื่องมือดังกล่าว

8.2 สามารถใช้ตัวช่วยและเครื่องมือดังกล่าวได้อย่างไ้ตรงตรง

สรุปได้ว่า ประเภทของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย การคิดเป็นคณิตศาสตร์ (Thinking Mathematically) การตั้งปัญหา และการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (Posing and Solving Mathematical Problems) การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Modeling Mathematical) การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning Mathematically) การแสดงเครื่องหมายแทนวัตถุหรือสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ (Representing Mathematical Entities) การจัดการกับสัญลักษณ์ และแบบแผนทางคณิตศาสตร์ (Handling Mathematical Symbols and Formalisms) การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารด้วยคณิตศาสตร์ และการสื่อสารเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Communication with and about Mathematics) การใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Making use of aid and Tools) รวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ

## 2.3 การรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์

การรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก เพราะจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกับโลกจริง

### 2.3.1 ความหมายของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552, น. 218-219) ได้กล่าวว่า การรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ คือ ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ล้วนๆ ยังไม่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหาแง่มุมที่สำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่สำคัญอีกด้านหนึ่ง คือ เรื่องของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หรือการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ กระบวนการที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ถือว่าเป็น สมรรถนะทางคณิตศาสตร์

### 2.3.2 การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

กระบวนการที่นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในความพยายามที่จะ แก้ปัญหานั้นถือว่าเป็นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สมรรถนะต่าง ๆ เหล่านี้จะสะท้อนถึงวิธีที่นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นการศึกษาสมรรถนะต่าง ๆ เหล่านี้ที่เพิ่งบังเกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Kaiser and Willander (2005, p. 48-50) กล่าวว่า จากการศึกษาการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ จำแนกการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ออกเป็น 5 กลุ่มคือ กลุ่มไม่มีการรู้เรื่อง (Illiteracy) กลุ่มการรู้เรื่องแบบธรรมดา (Nominal Literacy) กลุ่มการรู้เรื่องในการนำไปใช้ (Functional literacy) กลุ่มการรู้เรื่องกรอบความคิด และกระบวนการ (Conceptual and Procedural) และ กลุ่มการรู้เรื่องในหลายมิติ (Multidimensional literacy) ดังปรากฏในตารางที่ 2.1

## ตารางที่ 2.1 กลุ่มของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์

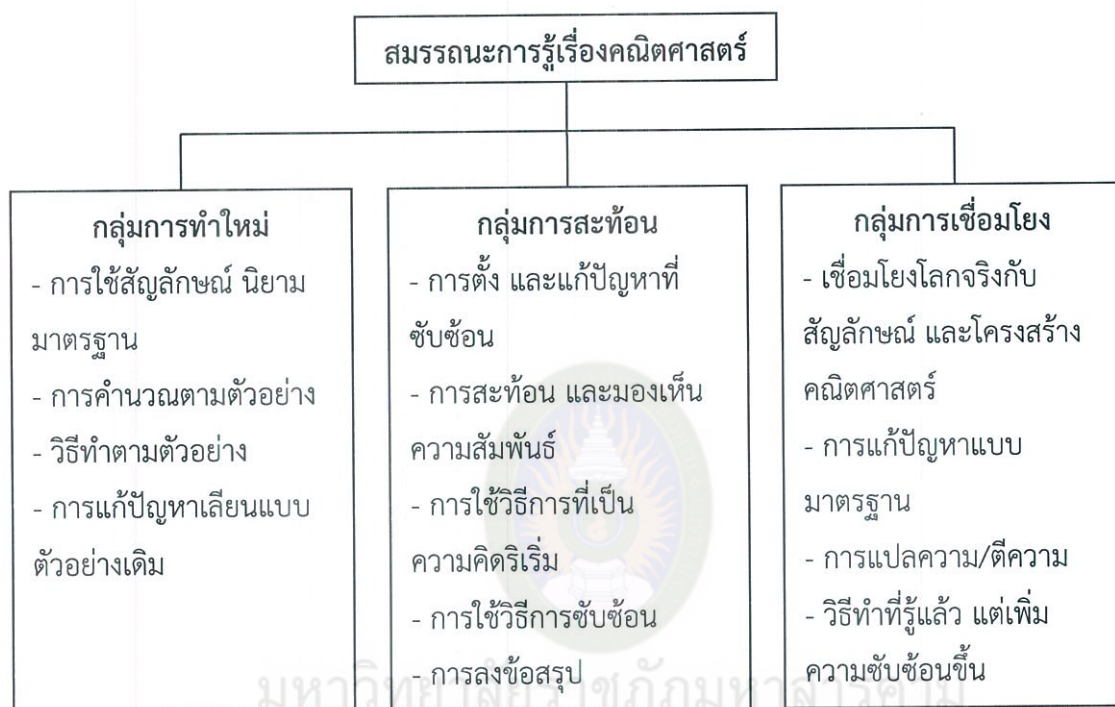
กลุ่ม	คำอธิบาย
ไม่มีการรู้เรื่อง (Illiteracy)	ไม่มีความรู้พื้นฐานของกรอบความคิด และวิธีการทางคณิตศาสตร์
การรู้เรื่องแบบธรรมดา (Nominal Literacy)	มีความเข้าใจเพียงเล็กน้อยทางคณิตศาสตร์ ในการ อธิบาย ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ และยังมีความ เข้าใจที่ผิดพลาด
การรู้เรื่องในการนำไปใช้ (Functional Literacy)	สามารถใช้กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหา ง่าย ๆ แต่มีข้อจำกัดในเนื้อหาบางประเภทและขาด ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง
การรู้เรื่องกรอบความคิด และ กระบวนการ หน่วยการเรียนรู้ (Conceptual and Procedural)	เข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง และหลักการสำคัญของ แนวความคิดทางคณิตศาสตร์
การรู้เรื่องในหลายมิติ (Multidimensional Literacy)	เข้าใจบริบทแวดล้อมของคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ เช่น มิติ ด้านปรัชญา ประวัติศาสตร์ และสังคม

จากตารางที่ 2.1 พบว่า กลุ่มของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ จำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มไม่มีการรู้เรื่อง (Illiteracy) กลุ่มการรู้เรื่องแบบธรรมดา (Nominal Literacy) กลุ่มการรู้เรื่องในการนำไปใช้ (Functional Literacy) กลุ่มการรู้เรื่องกรอบความคิดและกระบวนการ หน่วยการเรียนรู้ (Conceptual and Procedural) กลุ่มการรู้เรื่องในหลายมิติ (Multidimensional Literacy)

สำหรับกลุ่มของสมรรถนะในการแก้ปัญหา นั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2007, น. 36-37) กล่าวว่า PISA ไม่ได้ต้องการที่จะสร้างข้อสอบเพื่อวัดสมรรถนะต่าง ๆ เฉพาะแต่ละสมรรถนะโดยลำพัง เพราะสมรรถนะของคนไม่ใช่สิ่งที่จะแยกออกมาวัดได้โดด ๆ แต่ในการแสดงความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่ง อาจมีหลายสมรรถนะซ้อนกันอยู่ ดังนั้น PISA จึงไม่ได้วัดสมรรถนะโดด ๆ แต่ในการตอบข้อสอบ นักเรียนจำเป็นต้องมีและสามารถใช้สมรรถนะดังกล่าว แต่อาจจะใช้หลายสมรรถนะหรือเรียกว่า กลุ่มของสมรรถนะในการแก้ปัญหา ซึ่งรวมไว้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. การทำใหม่ (Reproduction) หมายถึง การทำโจทย์หรือการแก้ปัญหา ที่คุ้นเคย หรือคล้ายคลึงกับตัวอย่างหรือสถานการณ์เดิม แต่มีการเปลี่ยนแปลงบางตัวไป
2. การเชื่อมโยง (Connection) หมายถึง การเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมเข้ากับ ความรู้ ใหม่ ๆ เพื่อสร้างความเข้าใจ และแก้ปัญหาใหม่ที่ไม่คุ้นเคย

3. การสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Reflection and Communication) ได้แก่ การคิดทบทวนกลับไปกลับมาเพื่อสร้างความเข้าใจที่ชัดเจน สร้างคำอธิบายหรือลงข้อสรุปของปัญหา พร้อมทั้งสามารถอธิบายหรือสื่อสารให้เป็นที่เข้าใจได้ ดังปรากฏในแผนภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กลุ่มสมรรถนะของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

จากแผนภาพที่ 2.1 พบว่า สมรรถนะการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จำแนกออกเป็น สามกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มการทำใหม่ กลุ่มการเชื่อมโยง และกลุ่มการสะท้อน แต่ละกลุ่มมีทักษะกระบวนการที่แตกต่างกัน

สรุปได้ว่า การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการวัด สมรรถนะด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ในการที่นักเรียนจะนำทักษะ และสมรรถนะทาง คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พบในชีวิตประจำวัน

### 2.3.3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อการ ประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อย่างมาก จึงได้มีองค์กรทางการศึกษา กล่าวไว้ดังนี้

สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (2557, น. 30-32) กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จากระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ตามกรอบความคิดของ PISA เรียงจากพฤติกรรมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จากระดับสูงไปต่ำ ดังนี้

1. สามารถใช้สาระและข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบของตนเองนำมา ลงเป็นข้อสรุป และสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนออกมาสร้าง เป็นตัวแบบคณิตศาสตร์ได้
2. สามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ หรือจากการนำเสนอในรูปแบบ ต่าง ๆ นำมาเชื่อมโยงระหว่างกันได้
3. สามารถใช้เหตุผล และใช้ความคิดระดับสูงในเชิงคณิตศาสตร์ สามารถ มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ และสามารถเข้าใจและปฏิบัติการกิจ ทางคณิตศาสตร์
4. สามารถสร้างวิธีการคิดหรือกลยุทธ์ใหม่ในการจัดการกับปัญหา คณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่เคยพบมาก่อน
5. สามารถสร้างสูตรคณิตศาสตร์จากแนวคิดหรือข้อมูลที่มี
6. สามารถสื่อสารได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อบอกถึงสิ่งที่ตนพบ ดีความแปลกความ ได้แย้ง และอธิบายความสอดคล้องเหมาะสมของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้กับสถานการณ์ที่ เป็นมาตั้งแต่ต้น
7. สามารถสร้างตัวแบบ และใช้ตัวแบบในเรื่องที่มีความซับซ้อน สามารถ ระบุบอกข้อจำกัด และข้อตกลงเบื้องต้น เฉพาะเรื่องนั้น ๆ สามารถเลือกเปรียบเทียบ และ ประเมินกลยุทธ์ การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนที่สัมพันธ์กับ ตัวแบบ
8. สามารถใช้ทักษะการคิดและทักษะการใช้เหตุผล การเชื่อมโยง การ นำเสนอรูปแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์และ ลักษณะของโจทย์คณิตศาสตร์ และมองเห็น ความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับ สิ่งเร้าที่เป็นส่วนประกอบของสถานการณ์
9. สามารถคิดวิเคราะห์การทำงานของตน สร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์
10. สามารถสื่อสารถึงการแปลกความ ดีความ และการใช้เหตุผลของตนได้
11. สามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีตัวแบบชัดเจน และเป็น สถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมที่ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งอาจมีข้อจำกัดบ้างหรือต้องมีการกำหนด ข้อตกลงเบื้องต้นบ้าง



12.สามารถเลือก และผสมผสานรูปแบบต่าง ๆ ที่มีให้ รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ด้วย โดยนำมาเชื่อมโดยตรงกับสถานการณ์ในโลกจริงการคาม

13.สามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนามาแล้ว และสามารถใช้เหตุผล อย่างยืดหยุ่นได้ และมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในสถานการณ์นั้น ๆ ได้ดี

14.สามารถสร้างคำอธิบาย และข้อโต้แย้ง และสื่อสารคำอธิบาย และข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความ การโต้แย้ง และการกระทำของตน

15.สามารถทำโจทย์ที่มีวิธีการบอกไว้อย่างชัดเจน รวมทั้งโจทย์ที่ตัดสินใจ เลือกลำดับขั้นตอนด้วย

16.สามารถเลือก และใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา

17.สามารถแปลความ และใช้สถานการณ์ที่นำเสนอมาจากหลายแหล่ง และสามารถให้เหตุผลได้ตามแหล่งนั้น สามารถสร้างคำอธิบาย หรือรายงานการตีความ แปลความนั้น ๆ

18.สามารถแสดงการใช้เหตุผลได้ และสามารถบอกสื่อสารผลที่เกิดขึ้น

19.สามารถตีความ และรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อน ที่ต้องการการ อ้างอิงไม่เกินสองตัวแปร

20.สามารถสกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียวและสามารถใช้ สถานการณ์ที่นำเสนออย่างง่ายขั้นเดียว

21.สามารถใช้วิธีการคิด สูตรคณิตศาสตร์ วิธีการ หรือข้อตกลงเบื้องต้น สามารถใช้เหตุผลตรงไปตรงมา และตีความผลที่พบอย่างตรงไปตรงมา

22.สามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่คุ้นเคย ที่มีข้อมูลชัดเจนให้ และคำถามต้องถามอย่างชัดเจน

23.สามารถระบุสาระที่ต้องการ และสามารถทำโจทย์แบบเดิมที่คุ้นเคยที่มี วิธีการหาหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน

24.สามารถทำโจทย์ตามตัวอย่างที่กำหนดให้ได้ อยู่ในระดับที่สูงขึ้นด้วย การเพิ่มความรู้อ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

## ตารางที่ 2.2 พฤติกรรมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

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

จากตารางที่ 2.2 พบว่า พฤติกรรมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจำแนกออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้ ระดับ 6 คือ ความสามารถใช้สาระและข้อมูล สามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ สามารถใช้เหตุผล และใช้ความคิดระดับสูงในเชิงคณิตศาสตร์ สามารถสร้างวิธีการคิดหรือกลยุทธ์ใหม่ ในการจัดการกับปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่เคยพบมาก่อน สามารถสร้างสูตรคณิตศาสตร์ จากแนวคิดหรือข้อมูลที่มี สามารถสื่อสาร ตีความ แปล ความ โต้แย้ง ระดับ 5 คือ ความสามารถ สร้างตัวแบบ และใช้ตัวแบบในเรื่องที่มีความซับซ้อน และประเมินกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนที่สัมพันธ์ กับตัวแบบ สามารถใช้ทักษะการคิดและทักษะการใช้ เหตุผล การเชื่อมโยง การนำเสนอ รูปแบบต่าง ๆ สามารถคิดวิเคราะห์การทำงานของตน สร้าง กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ สามารถสื่อสารถึงการแปลความ ตีความ และการใช้เหตุผลของตนได้ระดับ 4 คือ ความสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีตัวแบบชัดเจน และเป็นสถานการณ์ที่เป็น รูปธรรมที่ค่อนข้างซับซ้อน สามารถเลือกและผสมผสานรูปแบบต่าง ๆ ที่มีให้รวมทั้งรูปแบบของ สัญลักษณ์ด้วย โดยนำมาเชื่อมโดยตรงกับสถานการณ์ในโลกจริง สามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ พัฒนามาแล้วและสามารถใช้เหตุผลอย่างยืดหยุ่นได้ สามารถสร้างคำอธิบายและ ข้อโต้แย้ง และ สื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความ ระดับ 3 คือ ความสามารถทำโจทย์ที่มี วิธีการบอกไว้อย่างชัดเจน สามารถเลือก และใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อน สำหรับการแก้ปัญหา สามารถ แปลความ และใช้สถานการณ์ที่นำเสนอมาจากหลายแหล่ง สามารถแสดงการใช้เหตุผลได้ และ สามารถบอกสื่อสารผลที่เกิดขึ้น ระดับ 2 คือ ความสามารถ ตีความ และรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ ซับซ้อน สามารถสกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูล แหล่งเดียว สามารถใช้วิธีการคิด สูตรคณิตศาสตร์

วิธีการ หรือข้อตกลงเบื้องต้น สามารถใช้ เหตุผลตรงไปตรงมา และตีความผลที่พบอย่างตรงไปตรงมา และ ระดับ 1 คือ ความสามารถ ตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่คุ้นเคย ที่มีข้อมูลชัดเจนให้ และ คำถามต้องถามอย่างชัดเจน สามารถระบุสาระที่ต้องการ และสามารถทำโจทย์แบบเดิมที่คุ้นเคยที่มีวิธีการทำหรือ สถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน

สรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการในการวัดสมรรถนะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในการที่นักเรียนจะนำทักษะและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พบในชีวิตประจำวัน โดยแบ่งออกตามระดับความสามารถการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละระดับจะบอกถึงพฤติกรรมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

### 2.3.4 การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

2.3.4.1 ได้มีองค์การทางการศึกษาและนักการศึกษา กล่าวถึงการประเมินผลการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2012, น. 9) กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ตามกรอบการประเมินผลของ OECD/PISA เน้นที่การประเมิน นักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ว่ามีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มากน้อยเพียงใด นั่นคือ สามารถนำฐานความรู้คณิตศาสตร์มาใช้และเผชิญหน้ากับปัญหาในโลกจริงได้เพียงใด ขอบเขตของคณิตศาสตร์ครอบคลุม องค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Process) ที่อธิบายสิ่งที่แต่ละคนทำเพื่อเชื่อมโยง บริบทของปัญหา กับคณิตศาสตร์ แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหา
2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ (Content) ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
3. สถานการณ์หรือบริบท (Contexts) ที่ปัญหานั้นตั้งอยู่

การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ OECD/PISA ก็เพื่อจะศึกษาว่าเยาวชนอายุ 15 ปี จะสามารถเป็นประชาชนที่รับข่าวสาร มีข้อมูลข่าวสาร และเป็นผู้บริโภคที่ฉลาดเพียงใด พลเมืองของทุกชาติในปัจจุบัน จะต้องเผชิญกับภารกิจ ที่ต้องใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เป็น ต้นว่า การรับรู้ข่าวสารทุกวันนี้ เต็มไปด้วยสาระในรูปแบบต่างๆ ทั้งในรูปตาราง แผนผัง กราฟ ทั้งในเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับดิน ฟ้า อากาศ เศรษฐกิจ การแพทย์ การกีฬา ฯลฯ ประชาชนถูก โหมด้วยสาระในประเด็นต่าง ๆ เป็นต้นว่า ก๊าซเรือนกระจกและโลกร้อน การเพิ่มขึ้นของ ประชากร การลดลงของอาหาร ป่าไม้ ชีวิตชนบทที่สูญหายไป นอกจากนี้ประชาชนยังต้องอ่าน สิ่งต่าง ๆ เป็นต้น

ว่าแบบฟอร์มกำหนดการตารางเวลา ตารางค่าโดยสารรถไฟการแลกเปลี่ยนเงิน และการคิดราคา เพื่อที่จะให้การซื้อแต่ละครั้งได้ประโยชน์สูงสุด การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของ OECD/PISA จึงให้จุดเน้นที่สมรรถนะของเยาวชนอายุ 15 ปี ในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ และความเข้าใจ เพื่อช่วยให้เข้าใจประเด็นหรือความจำเป็นต่าง ๆ มีความหมาย และทำให้ภารกิจนั้น ๆ สำเร็จลุล่วงไป และได้มีนักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษากล่าวถึง การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ไว้ดังต่อไปนี้

Steen and Others (2007, pp. 289-290) กล่าวว่า การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นภาระงานทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพสูง ต้องเป็นจริง (Authentic) มีความซับซ้อน (Intricate) น่าสนใจ (Interesting) และมีพลังอำนาจ (Powerful) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ เป็นจริง (Authentic) แสดงถึงบริบทที่พบโดยทั่วไปเป็นปัญหาที่เป็นจริง ใช้ข้อมูลจริง ซึ่งข้อมูลอาจไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ หรือไม่สอดคล้องกัน ต้องสนองความคาดหวังของผู้ใช้งานคณิตศาสตร์ ใช้ปัจจัยป้อนเข้า และผลลัพธ์ที่เป็นจริง ซึ่งทั้งหมดนี้สะท้อนถึงการบูรณาการคณิตศาสตร์ และการ ประยุกต์ให้มีความซับซ้อน (Intricate) คาดหวังให้นักเรียนระบุคำถามที่ถูกต้อง ต้องการมากกว่าการแทนค่าลงในสูตร ใช้กระบวนการหลายขั้นตอน และการใช้เหตุผล กระตุ้นการคิด ที่ซับซ้อน ให้นักเรียนเผชิญกับข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่สอดคล้องกัน และสร้างคุณค่าของ การทำงานเป็นทีม น่าสนใจ (Interesting) สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน ดึงดูดนักเรียน ได้จำนวนมาก ให้แนวทางที่หลากหลาย มีความเชื่อมโยงในแง่มุมต่าง ๆ ของชีวิต และการ ทำงานอย่างกว้างขวาง มีพลังอำนาจ (Powerful) กระตุ้นและเชื่อมโยง แผนภูมิ จำนวนสัญลักษณ์ ข้อความ และเทคโนโลยี บูรณาการในแนวตั้ง จากความคิดพื้นฐานไปจนถึง หัวเรื่องขั้นสูง ส่งเสริมคณิตศาสตร์ขั้นสูงให้แก่ นักเรียน ขยายความคิดทางคณิตศาสตร์ คุณค่า และการใช้งานคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียน แสดงถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ ในการทำงาน ยุคปัจจุบันที่มีความก้าวหน้า และในชีวิตประจำวัน

Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD, 2012, p. 2) กล่าวว่า การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นคุณลักษณะของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน ในบริบทด้านครอบครัว วัฒนธรรม ภูมิศาสตร์ และคุณภาพของโรงเรียน ซึ่งการประเมินคุณลักษณะจะตรงกันข้ามกับมาตรฐานของหลักสูตรที่แต่ละประเทศได้กำหนดไว้ ทั้งนี้ เพราะว่ นักเรียนแต่ละคนจะเติบโตเป็นผู้ใหญ่ในอนาคตเขาเหล่านั้น จะเผชิญสิ่งที่ท้าทายและการแข่งขัน สำหรับการเข้าทำงานประเภทเดียวกันในประเทศของตน แต่ปัจจุบันเศรษฐกิจระดับโลกจะเข้ามามีส่วนทำให้การเทียบมาตรฐานทางการศึกษาในระดับชาติเพียงอย่างเดียว นั้น ต้องเปลี่ยนแปลงไปโดย

ต้องเทียบกับมาตรฐานระดับนานาชาติ ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อผลการสอบของนักเรียน เช่น ความมั่งคั่งของประเทศที่สามารถจัดสรรงบประมาณด้านการศึกษาได้มากกว่าประเทศที่มีรายได้ต่ำ การศึกษาของผู้ปกครองที่อยู่ในระดับสูงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการศึกษาของบุตร เป็นต้น การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นการประเมินสมรรถนะของบุคคลในการที่จะบ่งบอกและเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลก เพื่อให้สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่เข้มแข็ง และเพื่อใช้และผูกพันกับคณิตศาสตร์ที่จะตอบสนองความจำเป็นต่อชีวิตของแต่ละบุคคลในอันที่จะเป็นพลเมืองที่มีความคิด มีความหวังใญ่ และสร้างสรรค์สังคม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, น. 88) กล่าวว่า การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ว่า เป็นการประเมินสมรรถนะของบุคคลในการที่จะบ่งบอกและเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลก เพื่อให้สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่เข้มแข็งและเพื่อใช้และผูกพันกับคณิตศาสตร์ที่จะตอบสนองความจำเป็นต่อชีวิตของแต่ละบุคคล ในอันที่จะเป็นพลเมืองที่มีความคิด มีความหวังใญ่ และสร้างสรรค์สังคม

OECD (2013, pp. 38 - 39) กล่าวว่า การประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ และได้จำแนก คะแนนออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มกระบวนการ (Process Category) กลุ่มเนื้อหา (Content Category) และกลุ่มบริบท (Context Category) หรือสถานการณ์ปัญหา ดังปรากฏในตารางที่ 2.3, 2.4 และตารางที่ 2.5

### ตารางที่ 2.3 สัดส่วนของคะแนนกลุ่มกระบวนการ

กลุ่มกระบวนการ	ร้อยละของคะแนน
การสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์	ประมาณร้อยละ 25
การใช้แนวคิด ข้อเท็จจริงกระบวนการและการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ประมาณร้อยละ 50
การแปลความ การประยุกต์ และการประเมินผลลัพธ์ ทางคณิตศาสตร์	ประมาณร้อยละ 25

จากตารางที่ 2.3 พบว่า สัดส่วนของคะแนนกลุ่มกระบวนการ สามารถจำแนก ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มกระบวนการสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ร้อยละของคะแนน ประมาณร้อยละ 25 กลุ่มการใช้แนวคิด ข้อเท็จจริง กระบวนการ และการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ ร้อยละของคะแนน ประมาณร้อยละ 50 กลุ่มการแปลความ การประยุกต์ และการ ประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ร้อยละของคะแนน ประมาณร้อยละ 25

#### ตารางที่ 2.4 สัดส่วนของคะแนนกลุ่มเนื้อหา

กลุ่มเนื้อหา	ร้อยละของคะแนน
การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์	ประมาณร้อยละ 25
ปริภูมิและรูปร่าง	ประมาณร้อยละ 25
ปริมาณ	ประมาณร้อยละ 25
ความไม่แน่นอนและข้อมูล	ประมาณร้อยละ 25

จากตารางที่ 2.4 พบว่า สัดส่วนของคะแนนกลุ่มเนื้อหาสามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่มเนื้อหา คือ กลุ่มเนื้อหาการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ร้อยละของคะแนน ประมาณ ร้อยละ 25 กลุ่มเนื้อหาปริภูมิและรูปร่าง ร้อยละของคะแนน ประมาณร้อยละ 25 กลุ่มเนื้อหา ปริมาณ ร้อยละของคะแนน ประมาณร้อยละ 25 และกลุ่มเนื้อหาความไม่แน่นอนและข้อมูล ร้อยละของคะแนน ประมาณร้อยละ 25

#### ตารางที่ 2.5 สัดส่วนของคะแนนกลุ่มบริบท / สถานการณ์ปัญหา

กลุ่มบริบท/ สถานการณ์ปัญหา	ร้อยละของคะแนน
เกี่ยวข้องกับบุคคล	ประมาณร้อยละ 25
เกี่ยวข้องกับอาชีพ	ประมาณร้อยละ 25
เกี่ยวข้องกับสังคม	ประมาณร้อยละ 25
เกี่ยวข้องกับความคิดเชิงวิทยาศาสตร์	ประมาณร้อยละ 25

จากตารางที่ 2.5 พบว่า สัดส่วนของคะแนนกลุ่มบริบท / สถานการณ์ปัญหา สามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม คือ เกี่ยวข้องกับบุคคล ร้อยละของคะแนน ประมาณร้อยละ 25 เกี่ยวข้องกับอาชีพ ร้อยละของคะแนน ประมาณร้อยละ 25 เกี่ยวข้องกับสังคม ร้อยละของ คะแนน ประมาณร้อยละ 25 และเกี่ยวข้องกับความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละของคะแนน ประมาณร้อยละ 25

สำนักงานวิชาการ และมาตรฐานการศึกษา (2558, น. 8) กล่าวว่า การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการรู้และเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในชีวิตจริง ทั้งที่เกิดใกล้ตัวหรือสังคมภายนอก นักเรียนต้องใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา เริ่มจากต้องคิดให้ได้ว่าคณิตศาสตร์ไปเกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นอย่างไร และแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ได้ผลลัพธ์ จากนั้นจึงตีความ และประเมินผลที่ได้ไปสู่อบริบทในชีวิตจริง ดังปรากฏในแผนภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

จากแผนภาพที่ 2.2 พบว่า การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้จำแนกออกเป็น 3 ส่วน ประกอบไปด้วย กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนื้อหาที่ประเมินและบริบท

สรุปได้ว่า การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นการประเมินสมรรถนะของบุคคล ใน การที่จะบ่งบอกและเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลก เพื่อให้สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่เข้มแข็ง และเพื่อใช้ผูกพันกับคณิตศาสตร์ที่จะตอบสนองความจำเป็นต่อชีวิตของแต่ละบุคคล ในอันที่จะเป็นพลเมืองที่มีความคิด มีความห่วงใยและสร้างสรรค์สังคม

สรุปได้ว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ การรู้และเข้าใจบทบาทคณิตศาสตร์ที่มีใน โลก หรือในชีวิตจริง จึงมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านสถานการณ์หรือบริบท ของปัญหา ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ และด้านสมรรถนะ ในการประเมินประเมินการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ เป็น กระบวนการในการวัดสมรรถนะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ในการที่นักเรียน จะนำทักษะ และ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พบใน ชีวิตประจำวัน โดยแบ่งออกตาม ระดับความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละระดับ จะบอกถึงพฤติกรรมในการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ เป็นการประเมินสมรรถนะของบุคคล จะบ่งบอก และเข้าใจบทบาทของ คณิตศาสตร์ที่มี ในโลก เพื่อให้สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่ เข้มแข็ง และเพื่อใช้ผูกพันกับคณิตศาสตร์ที่จะ ตอบสนองความจำเป็นต่อชีวิตของแต่ละบุคคล ในอันที่จะเป็นพลเมืองที่มีความคิด มีความห่วงใย และสร้างสรรค์สังคมสามารถติดตาม และประเมินผล ข้อโต้แย้งเชิงคณิตศาสตร์ สามารถตัดสินใจ ปัญหา ต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ และรู้จักใช้คณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาของตนเอง และ เตรียมพร้อมเป็นพลเมืองที่มีวิจากรณญาณ ห่วงใย และสร้างสรรค์สังคมในอนาคต

## 2.4 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

### 2.4.1 ความหมายของโครงงาน

โครงงานเป็นสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องเจอการทำโครงงานนั้นนับว่าเป็นหนึ่งในวิธีการ วัดผลการ เรียนรู้ที่ทรงประสิทธิภาพเป็นอย่างมาก เพราะทำให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่า ผู้เรียน สามารถนำความรู้ และประสบการณ์ที่ผ่านมาของตนเอง มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้มากน้อยแค่ไหน ซึ่งมี นักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของโครงงานไว้ ดังต่อไปนี้



ยุพิน พิพิธกุล (2550, น. 10) กล่าวว่า โครงการงานเป็นการฝึกปฏิบัติงานที่ให้ผู้เรียนหา ข้อสงสัย โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการตั้งสมมติฐานหรือตั้งจุดประสงค์ ลงมือทดลองหรือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล เมื่อค้นพบแล้วก็เผยแพร่ข้อค้นพบนั้น การทำโครงการงานเป็นการให้ผู้ทำคิดอย่างอิสระ มีการพัฒนาทั้งด้านทักษะกระบวนการทำงาน และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2555, น. 426) กล่าวว่า โครงการงาน (project) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่สนใจ จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ โดยมีความมุ่งหมายเฉพาะที่ชัดเจน มีการดำเนินโครงการอย่างเป็นระบบ มีการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีการแก้ปัญหา มีกำหนดเวลาแล้วเสร็จและสามารถประเมินได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555, น. 145) กล่าวว่า โครงการงานเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นลักษณะเดียวกับการแก้ปัญหา แต่มีความซับซ้อน หรือเป็นระบบมากกว่า โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ ลงมือปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองตามประเด็นที่สนใจ โดยมีผู้สอนหรือผู้รู้ทำหน้าที่ให้คำปรึกษา

สรุปได้ว่า โครงการงาน หมายถึง การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ ลงมือปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตามประเด็นที่สนใจจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยมีผู้สอนหรือผู้รู้ทำหน้าที่ให้คำปรึกษา เพื่อค้นพบความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ วิธีการใหม่ และมีการพัฒนาทั้งด้าน ทักษะ กระบวนการทำงาน การแก้ปัญหา และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

#### 2.4.2 ประเภทของโครงการงานคณิตศาสตร์

โครงการงานเป็นสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องเจอ การทำโครงการงานนั้นนับว่าเป็นหนึ่งในวิธีการวัดผลการเรียนรู้ที่ทรงประสิทธิภาพเป็นอย่างมาก เพราะทำให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่า ผู้เรียน สามารถนำความรู้ และประสบการณ์ที่ผ่านมาของตนเอง มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริง ได้มากน้อยแค่ไหน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของโครงการงานไว้ ดังต่อไปนี้

ชาตรี เกิดธรรม (2547, น. 6) กล่าวว่า ประเภทโครงการงานที่แบ่งตามสาระการเรียนรู้ ซึ่งโครงการนั้นมีมากมายหลายอย่าง หลายลักษณะ ถ้าจะแบ่งตามสาระการเรียนรู้ อาจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. โครงการงานตามสาระการเรียนรู้ เป็นโครงการที่ใช้เนื้อหาตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นพื้นฐานในการทำโครงการ โดยมีการบูรณาการความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมเข้าด้วยกัน

2. โครงการงานตามความสนใจ เป็นโครงการที่ผู้เรียนสามารถกำหนดขึ้นมาตาม ความสนใจและความถนัด โดยเป็นการนำเอาความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม จาก กลุ่มสาระการเรียนรู้มาบูรณาการเข้าด้วยกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555, น. 146) กล่าวว่าโครงการคณิตศาสตร์จำแนกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. โครงการคณิตศาสตร์ประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล เป็นการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยการสำรวจตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล การทำโครงการประเภทนี้มีขั้นตอนที่ประกอบด้วย การสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ การรวบรวมข้อมูล การนำข้อมูลมาจัดกระทำ ในรูปแบบที่เหมาะสม การวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ

2. โครงการคณิตศาสตร์ประเภททดลอง เป็นการศึกษาค้นคว้าคำตอบของปัญหา โดยการตรวจสอบข้อความคาดการณ์หรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ด้วยการทำการทดลองหรือลงมือปฏิบัติจริง ขั้นตอนการทำโครงการประเภทนี้ประกอบด้วย การกำหนดและทำความเข้าใจปัญหา สร้างข้อความคาดการณ์หรือตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบผลที่ได้จากข้อความคาดการณ์หรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ แปลผล และสรุปผลการทดลอง

3. โครงการคณิตศาสตร์ประเภทพัฒนาหรือประดิษฐ์ เป็นการสร้างพัฒนาหรือประดิษฐ์ชิ้นงานที่กำหนดเป็นเป้าหมายไว้แล้ว ด้วยการประยุกต์ใช้ความรู้หรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผลงานที่ได้อาจเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้ว ตลอดจนการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้อธิบายเนื้อหาสาระหรือมโนทัศน์ต่างๆ

4. โครงการคณิตศาสตร์ประเภทสร้างทฤษฎีหรือสร้างคำอธิบาย เป็นการเสนอแนวคิดหรือวิธีการใหม่ โดยมีทฤษฎีทางคณิตศาสตร์สนับสนุนหรือการนำเสนอแนวคิดเดิมในรูปแบบใหม่ หรือใช้ทฤษฎีอื่นๆ ที่แตกต่างจากเดิมในการอธิบายหรือพิสูจน์แนวคิดหรือวิธีการที่ นำเสนอ

สรุปได้ว่า โครงการงานประเภทดังกล่าว จำแนกตามลักษณะของการทำโครงการและผลงานที่ได้จากการทำโครงการ ซึ่งในทางปฏิบัติ การทำโครงการคณิตศาสตร์บางเรื่องอาจต้องใช้การผสมผสานระหว่างโครงการหลายประเภท

### 2.4.3 การประเมินโครงการ

การประเมินผลโครงการเป็นการวัดคุณภาพของผลงานว่ามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด ซึ่งต้องประเมินอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนนำผลการประเมินที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาโครงการต่อไป ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายการประเมินโครงการไว้ ดังต่อไปนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2550, น. 89-90) กล่าวว่า การประเมินโครงการ พิจารณา ดังนี้

1. ความสำคัญของการจัดทำโครงการ ควรพิจารณาว่าเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่ม ริเริ่มเองหรือผู้สอนแนะแนวทาง การมีกระบวนการกลุ่ม การพัฒนาตนเอง การพัฒนางาน ความคิดสร้างสรรค์ ความสอดคล้องกับเนื้อหา การนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง
2. เนื้อหาของโครงการ ควรพิจารณาว่าตรงประเด็นปัญหาหรือไม่ ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมในการใช้แนวคิด และการนำข้อมูลมาใช้มีการสรุปอย่างถูกต้องและเหมาะสม ตลอดจนมีการขยายงาน
3. การนำเสนอโครงการ ควรจะพิจารณาว่าสื่อความหมายให้เข้าใจหรือไม่ วิธีการนำเสนอชัดเจนเพียงใด การนำเสนอมีความต่อเนื่องและสอดคล้องกัน การบรรยายประกอบการสาธิตมีความชัดเจน มีการจัดนิทรรศการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555, น. 151-157) กล่าวว่า การประเมินโครงการทำได้หลายรูปแบบ ทั้งการประเมินตนเองของผู้เรียน การประเมินจากเพื่อน ผู้สอน ผู้รู้ และผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ โดยใช้วิธีประเมินแบบอิงมาตรฐานที่ต้องสร้างเกณฑ์ให้สัมพันธ์กับพฤติกรรมหรือการแสดงออกในแต่ละรายการประเมิน

การกำหนดระดับคุณภาพของงานขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการประเมินตัวอย่างที่ เสนอไว้ในที่นี้แบ่งระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ คือ ระดับดีมาก ดี พอใช้ และต้องปรับปรุงการทำ โครงการส่วนใหญ่จะมีผลการปฏิบัติงาน หลักฐาน หรือร่องรอยของผลงานเกิดขึ้น ดังนั้นเกณฑ์ต่ำสุดในการประเมินคุณภาพของการทำโครงการจึงควรเป็นระดับต้องปรับปรุง อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ผู้เรียนไม่มีหลักฐานหรือร่องรอยของผลงานที่ช่วยให้สามารถลงความเห็นได้ อาจต้อง กำหนดให้มีระดับไม่มีผลงานให้ประเมิน เพิ่มเติมขึ้นอีกได้

โดยเกณฑ์การประเมินผลการทำโครงการมีแนวทาง ดังนี้

1. การประเมินผลการทำโครงการแบบเกณฑ์รวม เป็นการประเมินผลในภาพรวมของ โครงการนั้นๆ ซึ่งจะกำหนดระดับคุณภาพตามผลงานที่ปรากฏโดยมีคำอธิบายประกอบว่าผู้เรียน

ทำอะไรได้บ้างและทำได้อย่างไร และในกรณีที่ต้องการรวมผลการประเมินเพื่อการตัดสินใจ สามารถแปลงผลการประเมินเชิงคุณภาพเป็นเชิงปริมาณได้

2. การประเมินผลการทำโครงการแบบเกณฑ์ย่อย เป็นการประเมินโดยแยกเป็นรายองค์ประกอบ การให้น้ำหนักคะแนนของแต่ละองค์ประกอบจะแตกต่างกันตามระดับความสำคัญ ในที่นี้จะนำเสนอการกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็น 6 องค์ประกอบ ประกอบด้วย 1) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 2) การสร้างข้อความคาดการณ์ 3) แหล่งการเรียนรู้ 4) การดำเนินการทำโครงการ 5) การนำเสนอ และ 6) ความรอบคอบและความรับผิดชอบ โดยแต่ละองค์ประกอบจะแบ่งระดับ คุณภาพของงานเป็น 4 ระดับ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

### 2.1 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตารางที่ 2.6 เกณฑ์การพิจารณาและระดับคุณภาพของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	- โครงการแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนำไปประยุกต์ใช้ได้
3 (ดี)	- โครงการแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แต่นำไปประยุกต์ใช้ไม่ได้
2 (พอใช้)	- โครงการบางส่วนมีความแตกต่างจากโครงการที่มีผู้ทำไว้แล้ว
1 (ต้องปรับปรุง)	- โครงการเหมือนกับสิ่งที่มีผู้ทำไว้แล้ว

## 2.2 การสร้างข้อความคาดการณ์

ตารางที่ 2.7 เกณฑ์การพิจารณาและระดับคุณภาพของการสร้างข้อความคาดการณ์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	- ข้อความคาดการณ์สอดคล้องกับปัญหา และแสดงความสัมพันธ์หรือความเป็นเหตุผลอย่างชัดเจนและถูกต้อง
3 (ดี)	- ข้อความคาดการณ์สอดคล้องกับปัญหา และแสดงความสัมพันธ์หรือความเป็นเหตุผลแต่ไม่ชัดเจนหรือมีบางส่วนไม่ถูกต้อง
2 (พอใช้)	- ข้อความคาดการณ์สอดคล้องกับปัญหา แต่แสดงความสัมพันธ์หรือความเห็นเหตุเป็นผล
1 (ต้องปรับปรุง)	- ข้อความคาดการณ์ไม่สอดคล้องกับปัญหา

## 2.3 แหล่งการเรียนรู้

ตารางที่ 2.8 เกณฑ์การพิจารณาและระดับคุณภาพของแหล่งการเรียนรู้

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	- มีการศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากแหล่งการเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือหลายแหล่งได้อย่างชัดเจนและครอบคลุม
3 (ดี)	- มีการศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากแหล่งการเรียนรู้แต่ไม่ครอบคลุมทั้งหมด
2 (พอใช้)	- มีการศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพียงบางส่วน
1 (ต้องปรับปรุง)	- มีการศึกษาหาข้อมูลแต่ไม่สอดคล้องกับปัญหา

## 2.4 การดำเนินการทำโครงการ

ตารางที่ 2.9 เกณฑ์การพิจารณาและระดับคุณภาพของการดำเนินการทำโครงการ

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	- ออกแบบการทำโครงการสอดคล้องกับข้อความคาดการณ์ เลือกใช้ อุปกรณ์ และดำเนินการทำโครงการเหมาะสมทำได้สำเร็จอย่างสมบูรณ์
3 (ดี)	- ออกแบบการทำโครงการสอดคล้องกับข้อความคาดการณ์ เลือกใช้ อุปกรณ์ และดำเนินการทำโครงการเหมาะสมทำได้สำเร็จแต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	- ออกแบบการทำโครงการสอดคล้องกับข้อความคาดการณ์ เลือกใช้ อุปกรณ์ และดำเนินการทำโครงการเหมาะสม แต่ทำได้ไม่สำเร็จบางส่วน
1 (ต้องปรับปรุง)	- ออกแบบการทำโครงการสอดคล้องกับข้อความคาดการณ์ แต่เลือกใช้อุปกรณ์และดำเนินการทำโครงการไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้อง

## 2.5 การนำเสนอ

ตารางที่ 2.10 เกณฑ์การพิจารณาและระดับคุณภาพของการนำเสนอ

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	- มีการนำเสนอเป็นขั้นตอน การจัดทำข้อมูลและแปลความหมาย ถูกต้อง สมบูรณ์ มีความละเอียดชัดเจน รูปแบบของรายงานถูกต้องและสวยงามเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน
3 (ดี)	- มีการนำเสนอเป็นขั้นตอน การจัดทำข้อมูลและแปลความหมาย ถูกต้องสมบูรณ์ มีความละเอียดชัดเจน แต่รูปแบบของรายงานไม่ถูกต้อง
2 (พอใช้)	- มีการนำเสนอเป็นขั้นตอน การจัดทำข้อมูลและแปลความหมาย ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์และไม่ชัดเจนเพียงพอ
1 (ต้องปรับปรุง)	- มีการนำเสนอไม่ชัดเจน การจัดทำข้อมูลและแปลความหมายบางส่วน

## 2.6 ความรอบคอบและความรับผิดชอบ

ตารางที่ 2.11 เกณฑ์การพิจารณาและระดับคุณภาพของความรอบคอบและความรับผิดชอบ

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	- มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ แสดงการทำงานครบทุก ขั้นตอน เป็นระเบียบเรียบร้อย และส่งงานตามเวลาที่กำหนด
3 (ดี)	- มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ แสดงการทำงานครบทุก ขั้นตอน แต่ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย หรือส่งงานล่าช้า
2 (พอใช้)	- มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ แต่แสดงการทำงานไม่ครบทุก ขั้นตอน และไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	- มีการวางแผนการดำเนินงานไม่เป็นระบบ และแสดงการทำงานไม่ ครบทุก ขั้นตอน และไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย

ผลจากการประเมินการทำโครงการที่ได้ จะนำไปใช้ในการสรุปเพื่อหาคุณภาพของผลงาน ทั้งนี้อาจใช้การหาค่าร้อยละหรือการหาค่ากลาง เช่น ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต หรือฐานนิยม ตามความเหมาะสม โดยการตกลงร่วมกันของผู้ประเมิน และอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละองค์ประกอบแตกต่างกันได้ตามระดับความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบ

ในกรณีที่สรุปผลการประเมินเป็นระดับคุณภาพของผลงานโดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของระดับคุณภาพ อาจใช้เกณฑ์การกำหนดระดับคุณภาพของโครงการแต่ละชั้น ดังนี้

ระดับดีมาก	หมายถึง	ได้คะแนนเฉลี่ย 3.6 - 4.0
ระดับดี	หมายถึง	ได้คะแนนเฉลี่ย 2.6 - 3.5
ระดับพอใช้	หมายถึง	ได้คะแนนเฉลี่ย 1.6 - 2.5
ระดับต้องปรับปรุง	หมายถึง	ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 1.6

สำหรับกรณีที่ใช้วิธีการหาระดับคุณภาพของผลงานโดยพิจารณาจากค่าร้อยละของคะแนนรวม อาจใช้เกณฑ์การกำหนดระดับคุณภาพของโครงการแต่ละชั้น ดังนี้

ระดับดีมาก	หมายถึง	ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป
ระดับดี	หมายถึง	ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 60 - 79
ระดับพอใช้	หมายถึง	ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 40 - 59
ระดับต้องปรับปรุง	หมายถึง	ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละต่ำกว่า 40

จากการประเมินโครงการที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การประเมินโครงการ หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของโครงการ ซึ่งมีหลากหลายวิธี สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม โดยในการวิจัยครั้งนี้วัดได้จากแบบประเมินโครงการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบเกณฑ้อยู่ย เป็นการ ประเมินโดยแยกเป็นรายการประเมิน การให้น้ำหนักคะแนนของแต่ละรายการประเมิน จะแตกต่างกันตามระดับความสำคัญ และมีรายการประเมิน 6 ด้าน คือ

1. การคิดสร้างสรรค์ในการทำโครงการ
2. การวางแผนดำเนินการโครงการ
3. การดำเนินการทำโครงการ
4. การนำเสนอโครงการ
5. การเขียนรายงานโครงการ
6. การนำองค์ความรู้จาก 4 ศาสตร์ (STEM) มาบูรณาการ

#### 2.4.4 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

การจัดการเรียนรู้แบบโครงการไม่ใช่เป็นเพียงการฝึกให้ผู้เรียนมีความรู้ทางวิชาการ เท่านั้น ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ดังต่อไปนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546, น. 84) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าและลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถของตนเอง ซึ่งอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการอื่นๆที่เป็นระบบ ไปใช้ในการศึกษาหาคำตอบในเรื่องนั้นๆ ภายใต้คำแนะนำ ปรีกษาและความช่วยเหลือจากผู้สอนหรือผู้ที่เชี่ยวชาญ เริ่มตั้งแต่การเลือกเรื่องหรือหัวข้อที่จะ ศึกษา การวางแผน การดำเนินงานตามขั้นตอนที่กำหนดตลอดจนการนำเสนอผลงาน ซึ่งในการ จัดทำโครงการนั้นสามารถทำได้ทุกระดับชั้น อาจเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม จะกระทำในเวลา เรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้"



ทิตานา แคมมณี (2555, น. 139) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน หมายถึง การจัดสภาพการณ์ของการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเลือกทำโครงการที่ตนสนใจ โดย ร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนสนใจ วางแผนในการทำโครงการร่วมกัน ศึกษาหา ข้อมูล ความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติงานตามแผนงานที่วางไว้จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ ใหม่ แล้วจึงเขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน เก็บข้อมูล แล้วนำผลงานและประสบการณ์ ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดค้น และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ ที่ได้รับทั้งหมด

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2557, น. 57) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project - Based Learning : PBL) หมายถึง ขั้นตอนของการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนศึกษาเพื่อค้นพบความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ด้วยตนเองของผู้เรียนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และมีผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เลือกประเด็นปัญหาที่จะ ศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตามความสนใจของตนเอง วางแผนในการทำโครงการ ดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ และนำเสนอผลงานต่อสาธารณชน เพื่อค้นพบความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ ใหม่ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และมีผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญคอยเป็นผู้ให้คำปรึกษา

#### 2.4.5 วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความชำนาญ และทักษะที่มีอยู่ ดั่งที่นักการศึกษากล่าวไว้ ดังต่อไปนี้

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2546, น. 84-85) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีวัตถุประสงค์ คือ

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ของตนเองในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ
2. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพลังความอยากรู้ อยากรเห็น
3. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนตัดสินใจว่าจะทำอะไร กับใคร อย่างไร และเสริมสร้างความมั่นใจว่าผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในเรื่องที่เขาต้องการค้นหาคำตอบ
4. เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่ง การคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555, น. 154) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานว่ามีวัตถุประสงค์ ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้ได้ทำการทดลองและพิสูจน์สิ่งต่าง ๆ ตามความถนัดและความสนใจ
2. เพื่อรู้จักการวางแผนทำงานอย่างเป็นระบบ ขั้นตอน ทำให้รู้จักวิธีการแก้ปัญหาหลายวิธี
3. เพื่อฝึกการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี ฝึกทักษะกระบวนการทำงานด้วยตนเอง หรือร่วมกัน
4. เพื่อฝึกวิเคราะห์ และประเมินตนเอง ได้รับประสบการณ์ตรง
5. เพื่อพัฒนาและได้แสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
6. เพื่อศึกษา ค้นคว้า และแก้ปัญหาจากการทำงาน มีบทบาทและส่วนร่วมในการเรียนรู้
7. เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ของตนเองในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพลังความอยากรู้อยากเห็น
8. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนตัดสินใจว่าจะทำอะไร กับใคร อย่างไร ทำให้เกิดความมั่นใจ
9. เพื่อเป็นสิ่งยืนยันว่าเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ที่แท้จริง ในกรณีที่ต้องนำเสนอต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง
10. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่ให้คำปรึกษาเท่านั้น

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์โดยตรง นักเรียนได้ทำการทดลองและพิสูจน์สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง รู้จักการทำงานอย่างมีระบบ มีขั้นตอน ฝึกการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา ได้รู้จักวิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหา และนักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ และประเมินตนเอง

#### 2.4.6 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานดังต่อไปนี้

ทิตนา แคมมณี (2555, น. 139-140) กล่าวว่า ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน มีดังนี้

1. ผู้สอนและผู้เรียนมีการอภิปรายปัญหาต่างๆร่วมกัน ผู้เรียนมีการเลือกปัญหาที่ตน สนใจที่จะจัดทำเป็นโครงงาน
2. ผู้สอนมีการชี้แจงหรือทำความเข้าใจกับผู้เรียนถึงวัตถุประสงค์ในการทำโครงงาน ความคาดหวังต่อการทำโครงงาน วิธีการและกระบวนการในการดำเนินการ รวมทั้งบทบาทของผู้เรียนและผู้สอน
3. ผู้เรียนมีการร่วมกันศึกษาหาความรู้ในเรื่องที่จะทำจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย
4. ผู้เรียนมีการร่วมกันวางแผนการจัดทำโครงงาน ซึ่งมักประกอบด้วยความเป็นมาและความสำคัญของประเด็นปัญหาที่จะจัดทำโครงงาน วัตถุประสงค์ กระบวนการ หรือขั้นตอนในการดำเนินงาน แหล่งทรัพยากรและวัสดุต่างๆที่ต้องการ บทบาทหน้าที่ของบุคคลที่ร่วมโครงงาน เครื่องมือ เวลา และค่าใช้จ่ายที่ต้องการความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินงานโครงงาน การประเมินผลโครงงาน และการอภิปรายผลการเรียนรู้ ผู้สอนมีการให้คำปรึกษาแนะนำ และให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทำโครงงานตามความจำเป็น
5. ผู้เรียนมีการเขียนโครงงานและนำเสนอผู้สอน ผู้สอนอาจให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือต่างๆตามความจำเป็น ไม่มากเกินไป และไม่น้อยเกินไป ผู้สอนมีการให้ความเห็นชอบในการทำโครงงาน และช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ตามความจำเป็น
6. ผู้เรียนมีการดำเนินงานตามแผนงานที่ได้กำหนด จนกระทั่งสามารถผลิตชิ้นงานออกมาได้ ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ติดตามการทำงานของผู้เรียน ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือตามความจำเป็น และให้แรงเสริมตามสมควร
7. ผู้สอนและผู้เรียนมีการนำผลงานของผู้เรียนออกมาแสดง ชี้แจง และร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน แลกเปลี่ยนกัน
8. ผู้เรียนมีการปรับปรุงผลงานและเขียนรายงาน
9. ผู้เรียนมีการนำเสนอผลงานออกแสดงต่อสาธารณชน (อาจจะเป็นในชั้นเรียน ในโรงเรียน ในชุมชน ฯลฯ) และเก็บข้อมูล
10. ผู้สอนมีการจัดให้ผู้เรียนนำผลงาน ประสบการณ์ และข้อมูลทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากการทำโครงงาน

11. ผู้สอนมีการวัดและประเมินผลทั้งทางด้านผลผลิต คือ ชิ้นงานจากการทำโครงการ และเนื้อหาความรู้ที่ได้เรียนรู้ กระบวนการและทักษะต่าง ๆ ที่ได้พัฒนา และเจตคติที่เกิดขึ้น

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว (2557, น. 16) กล่าวว่า ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ มีดังนี้

1. มีความมุ่งหมายที่จะสอนเนื้อหาสาระที่สำคัญ เป้าหมายของการเรียนรู้ของผู้เรียน คือ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดหลักที่ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ
2. พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการคิดวิพากษ์ การแก้ปัญหา ความร่วมมือร่วมใจ และการสื่อสารในรูปแบบที่หลากหลาย ในการตอบคำถามนำ (Driving Question) และสร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพสูง ผู้เรียนต้องลงมือทำมากกว่าการท่องจำข้อมูล ผู้เรียนต้องใช้ทักษะการคิดขั้นสูงและเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีม ในขณะที่ทำการสื่อสาร ผู้เรียนต้องรับฟังผู้อื่น และถ่ายทอดความคิดของผู้เรียนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน อีกทั้งผู้เรียนยังต้องสามารถอ่าน ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้ รวมทั้งสามารถเขียนหรืออธิบายผ่านวิธีการที่หลากหลายได้อย่าง ชัดเจนและทำการนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ต้องใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการในการเรียนรู้และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ผู้เรียนถามคำถาม ค้นหาคำตอบ และลงข้อสรุป ซึ่งทำให้เกิดการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ในเชิงความคิดหรือการได้ชิ้นงาน
4. เป็นการเรียนรู้ที่ดำเนินการภายใต้คำถามนำ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด และเป็นตัวกำหนดขอบเขตประเด็นข้อโต้แย้ง ความท้าทายหรือปัญหาที่สำคัญ เพื่อทำให้งานและการเรียนรู้ของผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายและลุ่มลึก
5. สร้างความตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมีความรู้เนื้อหาและทักษะที่จำเป็นในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงการมีการจัดลำดับของกระบวนการเรียนรู้ที่ต่างจากการเรียนรู้แบบดั้งเดิม นั่นคือ ในหน่วยการเรียนรู้ทั่วไปที่มีการทำโครงการเพิ่มเข้ามาทำหน่วยจะเริ่มจากการนำเสนอความรู้และแนวคิดให้แก่ผู้เรียนก่อน จากนั้นจึงให้โอกาสผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ แต่ในทางกลับกัน การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงการนั้นจะเริ่มต้นด้วยการ เห็นผลผลิตหรือการนำเสนอผลงานปลายทาง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้อง เรียนรู้

และทำความเข้าใจข้อมูลและแนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการทำโครงการให้ได้ผลผลิตหรือผลงานตามเป้าหมายที่ต้องการ

6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและเลือก ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ที่จะทำงาน ด้วยตนเองและแสดงความรับผิดชอบเมื่อตนเองเลือกศึกษาสิ่งที่สนใจ การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสเลือก สิ่งที่ต้องการศึกษาและแสดงออกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการเพิ่มการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียน

7. มีกระบวนการทบทวนและสะท้อนกลับ ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่จะให้และรับการเสนอแนะและความคิดเห็น เพื่อพัฒนาคุณภาพของผลงานที่ได้สร้างสรรค์ขึ้นมา และมีคำถามที่ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนความคิดถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ว่ามีอะไรบ้างและมีกระบวนการเรียนรู้ อย่างไร

8. ผู้ชมสาธารณะเข้ามามีส่วนร่วม ผู้เรียนนำเสนองานที่ได้ศึกษาให้แก่ผู้อื่น นอกเหนือไปจากเพื่อนร่วมชั้นและผู้สอน ทั้งการนำเสนอโดยตัวบุคคลหรือผ่านสื่อต่างๆ ซึ่ง กระบวนการนี้เป็นการส่งเสริมกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามทำงานออกมาอย่างมีคุณภาพและทำโครงการให้มีความถูกต้องน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น

สรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกศึกษาสิ่งที่ ตนเองสนใจ แสดงความคิดเห็น และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น ผู้เรียนมีวัตถุประสงค์หรือ จุดมุ่งหมายในการทำโครงการ มีความรู้และทักษะที่จำเป็นเพื่อนำมาใช้ในการทำโครงการ ต้องศึกษาและสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งที่หลากหลาย สร้างสรรค์สิ่งใหม่ในเชิงความคิดหรือผลิต ชิ้นงานออกมาได้ มีการนำเสนอผลงานต่อสาธารณชน อาจจะเป็นในชั้นเรียน ในโรงเรียน ในชุมชน ฯลฯ มีการร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากการทำโครงการ เป็นการทบทวนและสะท้อนกลับเนื้อหาสาระสำคัญที่ได้จากการเรียนรู้ และเพื่อพัฒนาทักษะ ศตวรรษที่ 21 โดยเน้น ทักษะการคิดขั้นสูง การทำงานร่วมกันเป็นทีม และการสื่อสารในรูปแบบที่ หลากหลาย

#### 2.4.7 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

การจัดการเรียนรู้แบบโครงการมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ตายตัว เน้นที่การนำกระบวนการในการทำโครงการมาใช้เป็นแนวทางหรือขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านเสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการไว้หลายรูปแบบ ดังต่อไปนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546, น. 86-87) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ  
 โครงการมีขั้นตอนสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. การเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
2. การวางแผน ประกอบด้วยลับ
  - 2.1 การกำหนดจุดประสงค์
  - 2.2 การตั้งสมมุติฐาน
  - 2.3 การกำหนดวิธีการศึกษา
3. การลงมือปฏิบัติ
4. การเขียนรายงาน
5. การนำเสนอผลงาน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2557, น. 57-58) กล่าวว่า ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ  
 โครงการ มีดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ออกแบบการรวบรวมข้อมูล
3. ปฏิบัติการรวบรวมข้อมูล
4. วิเคราะห์ผลและสื่อความหมายข้อมูล
5. สรุปผล

เทพกัญญา พรหมญาติแก้ว (2557, น. 15) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการมี  
 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้สอนกำหนดขอบเขตหรือหัวข้อของการทำโครงการอย่างกว้างๆ ตามมาตรฐาน  
 การเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรของกลุ่มสาระวิชา
2. ผู้สอนจัดสถานการณ์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยหรือสนใจ อันจะนำไปสู่  
 การกำหนดปัญหาของโครงการที่ผู้เรียนจะไปหาคำตอบต่อไป สถานการณ์ที่นำไปสู่การทำ โครงการนี้  
 อาจจะได้มาจากข่าว บทความ เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ปัญหาที่พบจริงในชีวิตประจำวัน หรือ  
 ปัญหาของคนในสังคมที่ต้องการความช่วยเหลือหรือการแก้ไข

3. เมื่อผู้เรียนได้ปัญหาหรือคำถามที่นำไปสู่การทำโครงการอย่างชัดเจนแล้ว ผู้สอนมีบทบาทในการกระตุ้นให้ผู้เรียนออกแบบและวางแผนวิธีการในการหาคำตอบ และกำหนดขั้นตอนในการทำงานของตนเองไป

4. ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดขึ้น โดยผู้สอนเป็นผู้คอยสนับสนุนด้านสื่อ วัสดุอุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้ต่างๆ ตลอดจนวิทยากรหรือผู้เชี่ยวชาญที่จะมา ช่วยเหลือผู้เรียนตามความจำเป็น

5. ผู้สอนติดตามความก้าวหน้าของการทำงานของนักเรียน ตลอดจนคอยให้คำชี้แนะ และให้ความรู้เพิ่มเติมที่จำเป็น หรือช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถทำตามแผนการที่วางไว้ได้จนบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่ผู้เรียนกำหนดไว้

6. ในช่วงท้ายของการทำโครงการ ผู้เรียนจะต้องมีการเผยแพร่หรือนำเสนอกระบวนการและผลที่ได้จากการทำโครงการให้ผู้อื่นได้รับทราบ เพื่อรับการประเมินและ ข้อเสนอแนะ หรือผลสะท้อนกลับทั้งจากผู้สอน เพื่อน และบุคคลอื่นๆ เช่น ผู้ปกครอง ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง หรือบุคคลทั่วไปในชุมชน

สรุปได้ว่า ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ มี 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นกำหนดขอบเขตของการทำโครงการ
2. ขั้นกำหนดหัวข้อโครงการ
3. ขั้นวางแผนดำเนินการทำโครงการ
4. ขั้นดำเนินการทำโครงการ
5. ขั้นนำเสนอโครงการ

#### 2.4.8 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

การจัดการเรียนรู้แบบโครงการมีทั้งข้อดีและข้อจำกัด ดังต่อไปนี้

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2546, น. 91-02) กล่าวว่า ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ มีดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

1. ผู้เรียนมีโอกาสได้เลือกประเด็นที่จะศึกษา วิธีการศึกษาและแหล่งความรู้ด้วย

ตนเอง

2. ผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาหรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทุกขั้นตอน

3. การศึกษาค้นคว้านั้นมีการเชื่อมโยงหรือบูรณาการระหว่างความรู้ ทักษะ ประสบการณ์เดิมกับสิ่งใหม่

4. ผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น

5. ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาในการทำงาน

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

1. อาจใช้เวลาในการเรียนรู้มาก เสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

2. ผู้สอนอาจให้คำปรึกษาและดูแลไม่ทั่วถึง

3. ถ้าผู้เรียนวางแผนการทำงานไม่ดีอาจทำให้ไม่ประสบความสำเร็จ

4. ถ้าผู้เรียนขาดความเอาใจใส่หรือขาดความอดทน อาจทำให้ไม่ประสบ

ความสำเร็จ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, น. 6) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้ด้วยโครงงาน จะมีประโยชน์ที่หลากหลายทั้งต่อครูและนักเรียนในการที่จะช่วยสร้างองค์ความรู้จากการค้นคว้ามี ผลงานวิจัยเพิ่มมากขึ้นที่รับรองว่าการเรียนรู้ด้วยโครงงานจะทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมลดการขาดเรียน เพิ่มทักษะในการเรียนรู้แบบร่วมมือและช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนแล้ว ประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยโครงงานมีดังนี้

1. เพิ่มอัตราการเข้าเรียนเสริมสร้างความเชื่อมั่นในตนเองและพัฒนาทัศนคติเชิง บวก ต่อการเรียนรู้

2. เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบอื่นแล้วผลสัมฤทธิ์มีค่าเท่ากับหรือสูงกว่า หากผู้เรียนได้มีส่วนรับผิดชอบในการทำโครงงาน

3. เปิดโอกาสให้มีการพัฒนาทักษะที่ซับซ้อนเช่นทักษะการคิดขั้นสูงการแก้ปัญหา การทำงานแบบร่วมมือและการสื่อสาร

4. ให้ออกาสที่เปิดกว้างต่อการเรียนรู้ในชั้นเรียนมีการปรับใช้กลวิธีเพื่อรองรับผู้เรียน ที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม



สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานจะเป็นที่น่าสนใจสำหรับนักเรียนหลาย ๆ คน จากการศึกษาที่ได้รับประสบการณ์ตรงโดยจะได้รับบทบาทและใช้พฤติกรรมของผู้ที่เกี่ยวข้องในเรื่องดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นการทำหนังสือสารคดีเกี่ยวกับอนุรักษ์สภาพแวดล้อมการออกแบบแผ่นพับที่แนะนำแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญทางประวัติศาสตร์ของท้องถิ่นหรือสร้างงานนำเสนอเพื่อแสดงข้อดีข้อเสียของการก่อสร้างห้างสรรพสินค้านักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในสิ่งที่เกิดขึ้นในโลกจริง ๆ ที่มีความสำคัญนอกชั้นเรียน

## 2.5 สะเต็มศึกษา

### 2.5.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา คืออะไรนั้น ได้มีนักวิชาการให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้หลาย ทัศนะดังต่อไปนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (2557, น. 4) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นเตรียมความพร้อม ให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558, น. 201) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษาจึงเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบ และคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์

จากความหมายของสะเต็มศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึงแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง โดยเน้นให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบ เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต และความคิดสร้างสรรค์

## 2.5.2 องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน นัก การศึกษาจึงกล่าวว่าองค์ประกอบของสะเต็มศึกษา มีดังนี้

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556, น. 50) กล่าวว่า องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา มีดังนี้

### 1. S : Science

วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักการศึกษามักชี้แนะ ให้ อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่ง เป็น กิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา หรือ มหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการ เรียน

### 2. T : Technology

เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทาง เทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการ สืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

### 3. E : Engineering

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่างๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มัก เข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดี เช่นกัน

### 4. M : Mathematic

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับ องค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการแรก คือ กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่มการ จัดแบบรูป และการบอกรูปปร่างและคุณสมบัติ

ประการที่สอง คือ ภาษาคณิตศาสตร์เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อย กว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (2557, น. 4) กล่าวว่า องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

### 2.5.3 ลักษณะของการบูรณาการสะเต็มศึกษา

เนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ผู้สอนควรทำความเข้าใจ ลักษณะของการบูรณาการให้ชัดเจนก่อน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอลักษณะของการ บูรณาการสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (2557, น. 5-6) กล่าวว่า การบูรณาการแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะแต่ละวิชาแยกกัน การจัดการเรียนรู้นี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไป ที่ผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามรายวิชาของตนเอง

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการจัดการ เรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาแยกกัน แต่มีข้อหลัก (Theme) ที่ผู้สอนทุก วิชากำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ การจัดการเรียนรู้นี้ช่วย ให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่างๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น ถ้าผู้สอนแต่ละวิชา กำหนดร่วมกันว่า จะใช้กระต๊อบเป็นหัวข้อหลักในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้สอนเทคโนโลยีสามารถเริ่มแนะนำกระต๊อบได้ว่า กระต๊อบจัดเป็นเทคโนโลยี อย่างง่ายที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกหรือตอบสนองความต้องการที่จะเก็บความร้อน ของข้าว ในขณะที่ผู้สอนวิทยาศาสตร์ยกตัวอย่างกระต๊อบข้าวเพื่อสอนเรื่องการถ่ายโอน

ความร้อน ผู้สอนคณิตศาสตร์สามารถใช้กระตักข้าวสอนเรื่องรูปทรงและให้นักเรียนหาพื้นที่ผิวและปริมาตร ของกระตักข้าวได้

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) เป็นการจัดการ เรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาพร้อมกัน โดยกิจกรรมมีความเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ของทุกวิชา เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ผู้สอน ในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกัน โดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเอง โดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น เช่น ใน วิชาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนเรื่องการถ่ายโอนความร้อนและฉนวนกันความร้อน ผู้สอน กำหนดให้ ผู้เรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บความร้อนของกระตักข้าว โดย ขอให้ผู้สอน คณิตศาสตร์สอนเรื่องการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปทรงต่างๆ ก่อนให้ผู้เรียนเริ่มทำการทดลองใน วิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นเมื่อผู้เรียนทดลองและเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ให้นำ ข้อมูลจากการ ทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลองในวิชาคณิตศาสตร์

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Trans Disciplinary Integration) เป็นการ จัดการ เรียนรู้ที่ช่วยให้เชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริง โดยผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้น ใน การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ผู้สอนจัด กิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของผู้เรียน โดยผู้สอนอาจกำหนดกรอบหรือ หัวข้อหลัก ของปัญหากว้าง ๆ แล้วให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งการ จัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานหรือการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นกลยุทธ์ในการจัดการ เรียนรู้ที่มี แนวทางใกล้เคียงกับแนวทางการบูรณาการแบบนี้ หากพิจารณาการใช้กระตักข้าวเป็น หัวข้อหลักใน การเรียนรู้แบบสะเต็ม ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา โดยกำหนดกรอบ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา เช่น การใช้กระตักข้าวในร้านอาหาร ที่มีมีการ บรรจุข้าวในถุงพลาสติกก่อนบรรจุลงในกระตักข้าว เพื่อป้องกันข้าวเหนียวติดค้างที่ กระตัก ซึ่งจะมี ผลทำให้ทำความสะอาด และผู้เรียนต้องออกแบบกระตักข้าวหรือวิธีการที่จะทำให้กระตักข้าวมี สมบัติลดการติดของข้าวเหนียว เพื่อลดการใช้ถุงพลาสติก หลังจากที่ผู้สอน นำเสนอปัญหาดังกล่าว ผู้เรียนต้องกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา โดยใช้แนวคิดและทักษะทาง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

เขมวดี พงศานนท์ (2557, อ้างถึงใน สิริรินภา กิจเกื้อกุล, 2558, น. 155) กล่าวว่า การบูรณาการแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา หมายถึง ผู้สอนจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา (Contents) และทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์ วิชาทางเทคโนโลยี วิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาทางคณิตศาสตร์

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ หมายถึง ผู้สอนจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะ ปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์ วิชาทางเทคโนโลยี วิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาทางคณิตศาสตร์ แต่ได้มีการกำหนดหัวข้อหลัก (Theme) หรือ หัวข้อเรื่องที่จะจัดการเรียนรู้เหมือนกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างกันได้

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ หมายถึง ผู้สอนจับคู่หรือตั้งทีมงานช่วยกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกัน เป็นการรวมกันมากกว่า 1 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษา ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความสอดคล้องและสัมพันธ์ กันของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา หมายถึง ผู้สอนทั้ง 4 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษา ร่วมมือกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะต่างๆ ของทั้ง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ สำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ การจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 4

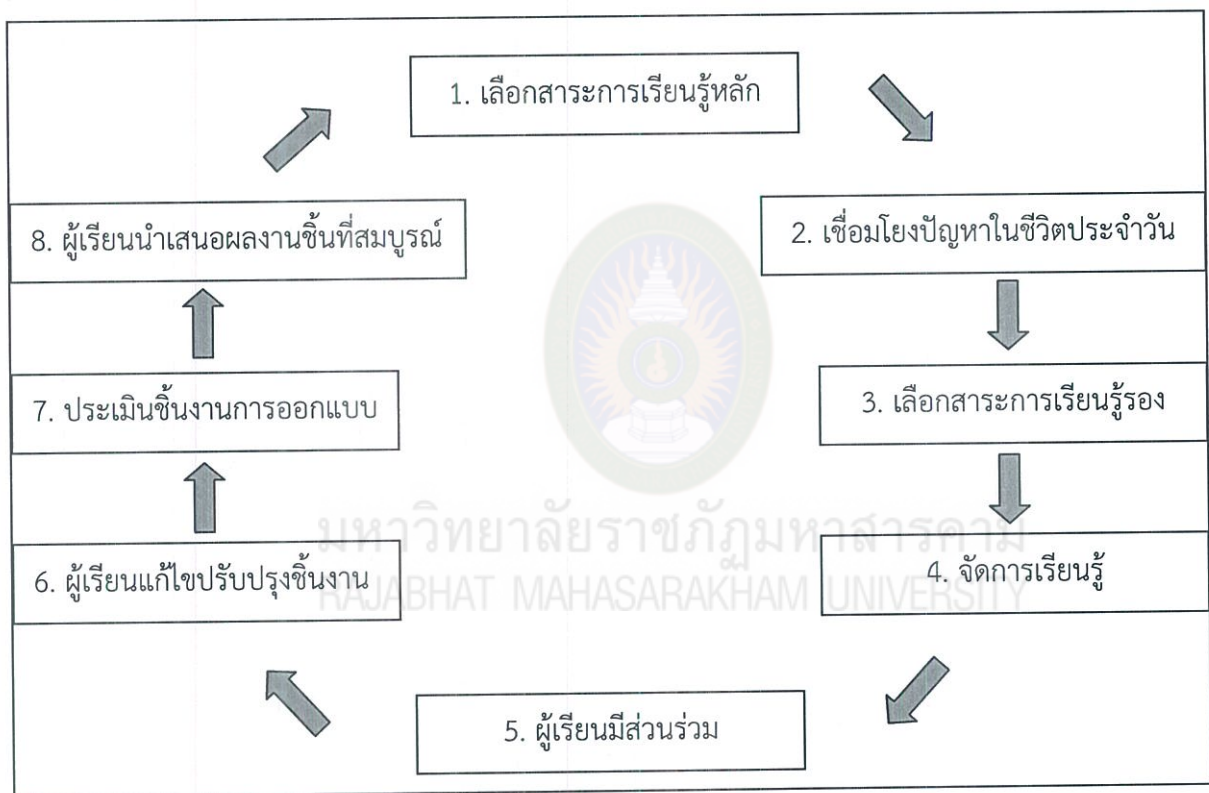
สรุปได้ว่า การบูรณาการแบ่งได้เป็น 4 ระดับ คือ

1. การบูรณาการภายในวิชา
2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ
3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ
4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา

### 2.5.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การนำแนวคิดแบบสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผู้สอนจำเป็นต้องเข้าใจการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มที่ชัดเจน ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้

Robert (2013, p. 23) กล่าวว่า ได้ ทำการศึกษา รวบรวม แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักศึกษามากมาย จนทำให้ได้วิธีการออกแบบหน่วยเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 8 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 2.3 หลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ขั้นที่ 1 เลือกสาระการเรียนรู้หลัก (Select Central Standards) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องมาตรฐานตัวบ่งชี้ สาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรสะเต็มศึกษา เพื่อให้ได้ขอบเขตของสาระการเรียนรู้แกนกลางหรือเนื้อหาหลัก และตัวบ่งชี้ที่บอถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อผู้สอนเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ของสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นหลัก

เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ให้นำสาขาวิชาที่เหลือทั้งสามเป็นสาระการเรียนรู้เสริมหรือรอง เช่น เลือกเรื่อง การออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นหลัก ดังนั้น สาระการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จะเป็นส่วนรอง

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน (Align with a Problem) เป็นการคิด เชื่อมโยงว่าสาระการเรียนรู้/เนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 สามารถอิงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดใน สังคมได้บ้าง เช่น มลพิษสิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติทางธรรมชาติ พลังงานทดแทน เป็นต้น

ขั้นที่ 3 เลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก (Support Central Standards with Supplemental Standards) เมื่อเลือกเนื้อหาหลักในขั้นที่ 1 และวิเคราะห์ เชื่อมโยง กับปัญหาในขั้นที่ 2 ได้แล้ว ในขั้นที่ 3 นี้ ผู้สอนจะต้องเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ ใน สาขาวิชาที่เหลือว่าจะมี สาระการเรียนรู้รอง เรื่องใดช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียน บรรลุจุดประสงค์การ เรียนรู้หลักที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 ตัวอย่างสาระการเรียนรู้รอง อาทิ สาระเกี่ยวกับเรื่องโครงสร้างของโลก (วิทยาศาสตร์) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การแก้ปัญหา การพิสูจน์ และการ สื่อสาร (คณิตศาสตร์)

ขั้นที่ 4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด (Instruct STEM Standards) ผู้สอน วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด แล้วนำมาตั้งเป็นจุดประสงค์การ เรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ต้องยึดสาระการเรียนรู้หลักที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นสำคัญ สำหรับสาระการ เรียนรู้รองให้จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหา สามารถนำเนื้อหาเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดการ เรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก

ขั้นที่ 5 สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม (Engage Student Participation) ผู้สอนจัดกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เช่น ตั้งคำถามที่นำไปสู่การออกแบบและพัฒนา ระบบ เตือนภัยพิบัติ ที่จะช่วยให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นสามารถหลีกเลี่ยงหรือหนีภัย พิบัติได้ ทันเวลา ในขั้นนี้ ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิด การเรียนรู้ตามจุดประสงค์หลัก (ตามที่เลือกไว้ในขั้นที่ 1) ผนวกกับการได้ใช้ความรู้รอง (ที่เลือกไว้ใน ขั้นที่ 3) เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (ที่เชื่อมโยงไว้ในขั้นที่ 2) ในการลงมือปฏิบัติ ผู้สอนจำเป็นต้อง เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อม มีการ กำหนดเวลาการทำงาน อีกทั้งต้องมีการตรวจสอบความคิด ของผู้เรียน เช่น อาจตั้งคำถามให้ผู้เรียน อธิบายสิ่งที่ออกแบบไว้ และพยายามไม่ให้ผู้เรียนหลง ประเด็น นอกจากนี้ต้องให้ผู้เรียนจดบันทึก การทำงานของกลุ่มตน

ขั้นที่ 6 แก้ไขปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ (Troubleshoot the Designs) ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบ (เช่น ระบบเตือนภัยพิบัติ) หน้าชั้นเรียน จากนั้นกระตุ้นให้ผู้เรียนกลุ่มอื่นๆ ตั้งคำถามและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานนั้น ซึ่งผู้เรียนจะต้องบันทึกข้อเสนอแนะของผู้สอนและเพื่อนไว้ เพื่อการปรับปรุงแก้ไขผลงาน ในขั้นนี้ ผู้เรียนจะได้ฝึกการคิด วิเคราะห์และตรวจสอบควบคู่ไปด้วย

ขั้นที่ 7 ประเมินชิ้นงานการออกแบบ (Evaluate the Designs) หลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานในขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียนดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 8 นำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์ (Present Completed Projects) ในขั้นนี้ ผู้สอนจัดเตรียมสถานที่ หรือผู้แสดงผลงานให้ผู้เรียนนำผลงานแสดงต่อบุคคลทั่วไป อาทิ เพื่อน พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครูอาจารย์ และชุมชน การจัดแสดงอาจทำตอนท้ายปีการศึกษาหรือภาคเรียน โดยอาจวางแสดงไว้ตลอดภาคเรียนถัดไป ทั้งนี้ เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความภาคภูมิใจและพยายามที่จะปรับปรุงผลงานในครั้งต่อไป

สรุปได้ว่า หลักการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาทั้ง 8 ขั้น จะมีทั้งส่วนที่ผู้สอนมีบทบาทสำคัญโดยเฉพาะขั้นที่ 1 ถึง 3 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หลักสูตรเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้กับชีวิตประจำวัน จากนั้นจะจัดทำบทเรียน และนำไปจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 ขั้นนี้ผู้เรียนควรได้รับความรู้และทักษะพื้นฐานตามสาระการเรียนรู้หลักและรองที่เลือกไว้ จากนั้นในขั้นตอนที่ 5 ถึง 8 จะเชื่อมโยงไปสู่การออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ผู้เรียนจะกำหนดนิยามขอบเขตของปัญหา สร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา ประเมินผล และปรับปรุงชิ้นงานของตนเอง การจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาทั้ง 8 ขั้น อาจต้องใช้เวลาดำเนินการ หรือตลอดปีการศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมี เวลาสร้างสรรค์ชิ้นงานการออกแบบและแสดงผลงานต่อสาธารณชนได้อย่างภาคภูมิใจ

### 2.5.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีข้อดีและข้อจำกัด ดังต่อไปนี้

รัชพล ธนानูวงศ์ (2556, น. 16) กล่าวว่า ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1. ช่วยแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนไทยทางด้านการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ที่มีแนวโน้มลดต่ำลงเรื่อยๆ



2. ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรบุคคลในด้านSTEM ที่ประเทศชาติต้องการอย่างมากในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม ความมั่นคง ในโลกศตวรรษที่ 21
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจเนื้อหาแกนหลักได้อย่างลึกซึ้ง
4. มีทักษะการเรียนรู้ข้ามศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. ตระหนักและเข้าใจหลักการและกระบวนการทางวิชาวิศวกรรมศาสตร์มากยิ่งขึ้น
- ด้วย
6. ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาทั้งสี่ของ STEM ที่ดีขึ้น
7. มีความสนใจในการประกอบอาชีพด้าน STEM มากขึ้น
8. สามารถนำความรู้ทาง STEM ไปสร้างสรรค์วิธีการในการแก้ปัญหาในโลกจริงที่
- สลับซับซ้อนได้เป็นอย่างดี

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1. อาจเป็นเรื่องยากสำหรับผู้สอนที่จะสามารถสอนข้ามศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากเนื้อหาของวิชาอื่นๆ ผู้สอนไม่มีความเชี่ยวชาญ
2. การที่ต้องปรับเปลี่ยนวิชาเรียนและคาบเรียนในตารางเรียนของภาคการศึกษาที่โรงเรียนได้กำหนดไว้ตายตัวแล้ว ทำให้ผู้บริหารโรงเรียนไม่ให้ความร่วมมือ

สรุปได้ว่า ข้อดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสาขาวิชาที่เรียนกับสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีทัศนะกว้างไกล ผู้เรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริงและใช้ได้เหมาะสม ยังเป็นการสอนที่ส่งเสริมกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนได้หลากหลายรูปแบบ และการสอนรูปแบบสะเต็มศึกษา จะทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนากิจการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน สอดคล้องกับ แนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ทั้งด้านปัญญา ด้านทักษะการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิด สร้างสรรค์ และด้านคุณลักษณะ คือ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม มีทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งประเทศไทยมีเพียงหลักสูตรการสอนที่แบ่งเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์ เท่านั้น แต่ยังไม่มีการเรียนรู้อิงวิศวกรรมศาสตร์ปรากฏอย่างชัดเจนในระดับการศึกษาขั้น พื้นฐาน จะมีลักษณะเป็นเพียงแค่การสอดแทรกอยู่ในวิชากลุ่มวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี เท่านั้น ทำให้ขาด ความชัดเจน ขาดความต่อเนื่อง และขาดความสอดคล้องกันของแต่ละกลุ่มสาระ

จึงทำให้ไม่มีแนวทางให้ ครูผู้สอนนำไปจัดการเรียนการสอนได้ ความไม่พร้อมด้านสื่อการสอน บทเรียน กระบวนการวัดและประเมินผลที่ชัดเจน จะทำให้การจัดการ เรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาประสบความสำเร็จได้ยาก และครูผู้สอนไม่มีความสามารถ ไม่มีความชำนาญ และไม่มีความรู้เพียงพอ

## 2.6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับ

### 2.6.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับ

นักการศึกษาให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับไว้หลายทศนะ ดังต่อไปนี้

ปรีชา ธรฤทธิ์ (2551, น. 1) กล่าวว่า Backward Design หมายถึง การออกแบบ การจัดการเรียนรู้ที่ยึดเอาหลักฐานแสดงผลการเรียนรู้มาเป็นเกณฑ์ในการบ่งบอกถึงความสำเร็จ ของการจัดการเรียนรู้ ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบนี้ผู้สอนต้องเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ตอบคำถามหลักตามลำดับ 4 คำถาม ได้แก่

1. มีเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้ด้านความรู้ความคิด (IR) ด้านกระบวนการ (P) และด้านคุณธรรม จริยธรรมหรือค่านิยม (A) อย่างไรบ้าง
2. ต้องการได้หลักฐานที่เป็นชิ้นงาน/ผลงานใดบ้าง ที่แสดงว่านักเรียนมีคุณลักษณะตามเป้าหมายที่ได้ระบุไว้
3. มีการกำหนดระดับคุณภาพ สำหรับใช้ในการประเมินผลงานชิ้นงานอย่างไรบ้าง
4. มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรบ้างที่ทำให้นักเรียนได้ผลงานชิ้นงานที่เป็นหลักฐานว่าเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2557, น. 23-27) กล่าวว่า การออกแบบย้อนกลับ (Backward Design) หมายถึง การสร้างหน่วยการเรียนรู้ การออกแบบย้อนกลับนั้นเริ่มจากการกำหนด เป้าหมาย (O) ว่าผู้เรียนต้องการเรียนอะไร สามารถคิดและปฏิบัติเรื่องใด รวมทั้งต้องมีคุณลักษณะ อันพึงประสงค์อะไร โดยให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด แล้วกำหนดการประเมิน การเรียนรู้ (E) ที่เน้นหลักฐานที่แสดงความเข้าใจตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งหลักฐานที่แสดงความเข้าใจ

ของผู้เรียน ได้แก่ ผลงาน ชิ้นงาน และภาระงานต่างๆ จากนั้นจึงจัดประสบการณ์การเรียนรู้ (L) ให้ได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดข้างต้น รวมทั้งได้หลักฐานที่แสดงความเข้าใจด้วย

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบ ย้อนกลับ หมายถึง การออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มจากการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ โดยให้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด แล้วกำหนดการประเมินการเรียนรู้ที่เน้นหลักฐาน เป็นผลงานชิ้นงาน และภาระงาน พร้อมกำหนดระดับคุณภาพ จากนั้นจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ได้หลักฐานว่าเกิดการเรียนรู้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนด

### 2.6.2 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับ

เพื่อให้สามารถเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบ ย้อนกลับได้ นักการศึกษาหลายท่านจึงได้อธิบายองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับไว้ ดังต่อไปนี้

ปรีชา ธรฤทธิ์ (2551, น. 1) กล่าวว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับคล้ายคลึงกับแผนการจัดการเรียนรู้ทั่วไป เพียงแต่มีการเพิ่มหัวข้อหลัก 2 หัวข้อ ได้แก่ ผลงานชิ้นงานที่เป็นหลักฐานแสดงผลการเรียนรู้และระดับคุณภาพของผลงาน/ชิ้นงาน จึงกล่าวได้ว่าองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับ มีดังต่อไปนี้

1. ชื่อเรื่อง
2. เป้าหมายการเรียนรู้
3. สาระสำคัญ
4. ผลงานที่แสดงผลการเรียนรู้
5. การประเมินผลงาน
6. กิจกรรมการเรียนรู้
7. สื่อ/อุปกรณ์แหล่งเรียนรู้
8. สรุปผลการเรียนรู้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2557, น. 43-52) กล่าวว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการออกแบบย้อนกลับ มีดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
2. สาระสำคัญ
3. สาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการ คิด และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
4. ชิ้นงานหรือภาระงาน
5. การประเมินผล
6. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือจัดประสบการณ์การเรียนรู้

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบ ย้อนกลับ ประกอบด้วย หัวเรื่องแผนการจัดการเรียนรู้ สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน การวัดและประเมินผล กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

## 2.7 การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์ เป็นวิธีหนึ่งที่นักศึกษานิยมนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย จึงมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ ไว้ดังนี้

### 2.7.1 ความหมายของการสัมภาษณ์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ ไว้ดังต่อไปนี้

นิภา เมธาวิชัย (2543, น. 32) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดเห็นของบุคคลโดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบระหว่างบุคคล ลักษณะตัวต่อตัว การสัมภาษณ์ดีกว่าการสังเกต เพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ตา หู และปาก ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ ผู้สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยสร้างความเชื่อถือ รักษา อารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจขณะสัมภาษณ์ และบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

วัฒนา พัชรวาณิช (2540, น. 127-128) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นการค้นหาข้อเท็จจริง และทำให้ทราบความต้องการของเด็กเป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกัน

มากขึ้น ทำให้ ผู้มาขอรับคำปรึกษา กล้าพูดและกล้าบอกความเป็นจริงโดยไม่มี การปิดบังอำพรางและ ยัง ช่วยให้ นักเรียนเข้าใจตนเอง สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2547, น. 127) กล่าวว่า การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ครู งาม นักเรียนได้ตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทบทวนวิธีแก้ปัญหา ขณะที่ครู ฟัง ครูซักถาม เพื่อค้นหาสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิด

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์หมายถึงเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดของบุคคลโดยการ สนทนา ซักถามโต้ตอบระหว่างบุคคล เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง ซึ่งการสัมภาษณ์จะดีกว่าการ สังเกต เพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ ตา หู และปาก ในขณะที่สัมภาษณ์ การสัมภาษณ์ควรสร้าง บรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ สร้างความน่าเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดง ความสนใจและ บันทึกรผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

## 2.7.2 เทคนิคการสัมภาษณ์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงเทคนิคการสัมภาษณ์ ไว้ดังต่อไปนี้

ไพศาล วรคำ (2554, น. 214) กล่าวว่า การสัมภาษณ์ที่ดีต้องมีการบันทึกการสัมภาษณ์ ไว้ด้วย โดยวิธีการบันทึกการสัมภาษณ์มี 2 วิธี ดังนี้

1. การจดบันทึก วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมเป็นอย่างมาก เพราะเป็นวิธีการที่ประหยัด แต่ก็ ยังมีข้อที่ถกเถียงกันว่าควรจะมีการจดบันทึกในขณะที่สัมภาษณ์หรือหลังสัมภาษณ์ แบบ ไตจะ เหมาะสมที่สุด เพราะแต่ละแบบก็จะมีทั้งข้อดีและข้อเสียต่างกันไป ถ้าการสัมภาษณ์เพื่อ หาข้อเท็จจริงที่มีรายละเอียดมาก ยากแก่การจำ ก็อาจจะจดบันทึกในขณะที่สัมภาษณ์ แต่ถ้าเป็น เรื่องที่เป็นประเด็นใหญ่ๆ หรือเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ต้องการรายละเอียดก็อาจจะจดบันทึกหลัง การ สัมภาษณ์เสร็จสิ้นแล้วก็ได้

2. การบันทึกเทป โดยปกติแล้วจะจัดทำในห้องสัมภาษณ์ที่มีลักษณะพิเศษ และ ซ่อนเทปไว้โดยไม่ให้ผู้ถูกสัมภาษณ์รู้ตัว แต่ถ้าใช้บันทึกเทปแบบธรรมดาที่ห้องขออนุญาตและ ชี้แจง เหตุผลหรือจุดมุ่งหมายในการบันทึกเทปการสัมภาษณ์ในครั้งนั้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เข้าใจ และถ้าผู้ถูก สัมภาษณ์อนุญาตให้บันทึกเทปได้ ผู้สัมภาษณ์จึงจะทำการบันทึกได้

Clements and Ellerton (1969, pp. 48-50) กล่าวว่า เทคนิคการ สัมภาษณ์ของนิ วแมนเป็นวิธีการวิเคราะห์ความผิดพลาด 5 ขั้นตอน ที่เกิดจากการตอบปัญหา ทางคณิตศาสตร์ หลังจากทีนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จแล้วจะ ใช้การสัมภาษณ์ขั้นตอนการ แก้ปัญหาทางการเรียน

คณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นวิธีที่ได้ผลดี และเป็นประโยชน์ต่อ ครูผู้สอนในปี ค.ศ. 1997 นิวแมน ได้ใช้เทคนิคการสัมภาษณ์ดังกล่าว และได้เผยแพร่ใช้ในวง การศึกษาของประเทศออสเตรเลียจน ได้ผลดีและมีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีวิเคราะห์ความ ผิดพลาดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนิวแมน มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน มีดังนี้ ขั้นแรกคือ ความผิดพลาดจากการอ่าน (Reading Errors) ความผิดพลาดในขั้นนี้ พิจารณาได้จากการที่นักเรียนไม่สามารถอ่านคำสำคัญ (Keyword) หรือ สัญลักษณ์ที่อยู่ในคำถาม ทำให้นักเรียนถูกจำกัดขอบเขตที่ดำเนินการแก้ปัญหาให้ครบ สมบูรณ์ได้ ขั้นที่สองคือความผิดพลาดจากการทำ ความเข้าใจ (Comprehensions Errors) แม้ว่านักเรียน จะสามารถอ่านคำทุกคำที่อยู่ในคำถามได้ แต่ นักเรียนอาจจะไม่เข้าใจความหมายของคำเหล่านั้นได้ ทั้งหมด ทำให้นักเรียนก็ไม่สามารถ ดำเนินการแก้ปัญหาต่อไปได้ ขั้นที่สามคือความผิดพลาดจากการ เปลี่ยนรูป (Transformation Errors) ในขั้นนี้ ถึงแม้ นักเรียนจะเข้าใจโจทย์แต่นักเรียนไม่สามารถ เลือกใช้การกระทำทางคณิตศาสตร์ (Operation) เช่น การบวก การลบ การคูณและการหารได้ หรือไม่สามารถบอก ลำดับการกระทำที่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้ ขั้นที่สี่ คือความผิดพลาดจากการใช้ ทักษะ กระบวนการ (Process skill Errors) ในขั้นนี้นักเรียนไม่สามารถนำการกระทำทางคณิตศาสตร์ ดังกล่าวไปใช้อย่างถูกต้อง แม่นยำได้ ซึ่งทำให้เกิดการคำนวณที่ผิดพลาดขึ้น และขั้นสุดท้ายคือ ความ ผิดพลาดจากการสรุปคำตอบ (Encoding Errors) ความผิดพลาดในขั้นนี้ เกิดจากการที่ นักเรียนทำ ตาม กระบวนการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องแต่ไม่สามารถแสดงคำตอบในรูปแบบที่ โจทย์ต้องการ

Newman (1977, p. 18) กล่าวว่า เทคนิควิธีการสัมภาษณ์นักเรียน ผู้สัมภาษณ์ จะต้องทำการสัมภาษณ์หลังจากการทำแบบทดสอบเสร็จแล้วทันที โดยต้องแยกสัมภาษณ์ที่ละ คน ระหว่างการสัมภาษณ์นั้นก็ควรมีการบันทึกไว้ด้วย ส่วนสิ่งแวดล้อมรอบข้างควรมีสภาพที่ ไม่รบกวนผู้ สัมภาษณ์และนักเรียนมากนัก ถ้าสังเกตเห็นว่า นักเรียนเกิดอาการเกร็งหรือไม่มี สมาธิที่จะให้ สัมภาษณ์ต่อไปได้ก็ควรหยุดสัมภาษณ์ทันที และนอกจากนี้ผู้สัมภาษณ์ต้องระวัง ในเรื่องของการพูด ด้วย เพราะอาจจะทำให้นักเรียน ไขว้เขวหรือเปลี่ยนความคิดได้ และที่สำคัญผู้สัมภาษณ์ไม่ควรบอก นักเรียนว่าโจทย์ที่นำมาสัมภาษณ์นั้นเป็นของที่นักเรียนเคยทำผิด มาแล้ว ส่วนวิธีการใช้คำถามในการ สัมภาษณ์นั้นนิวแมนเสนอว่า คำถามดังต่อไปนี้จะเป็น แนวทางไปสู่การวิเคราะห์ความผิดพลาดของ นักเรียนจากการเขียนตอบในแบบทดสอบ คณิตศาสตร์

วิธีการบันทึกการสัมภาษณ์ลงในแบบบันทึกการสัมภาษณ์ของนิเวแมน มีวิธีการ บันทึกดังต่อไปนี้

1. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการอ่าน (Reading Recognition) การสัมภาษณ์นักเรียนในขั้นนี้ ผู้ศึกษาจะให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาจากแบบทดสอบ ถ้า นักเรียนอ่านได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C (Correct) ในช่องของ Word แต่ ถ้านักเรียนอ่านคำใดคำหนึ่งผิดหรืออ่านไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E (Errors) ใน ส่วนของ Word เช่นกัน พร้อมกับบันทึกรายละเอียดของการอ่านผิดอย่างย่อ ๆ ในส่วนของการ อ่านสัญลักษณ์ที่อยู่ในโจทย์ปัญหานั้น ถ้านักเรียนอ่านสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลม ล้อมรอบอักษร C ในส่วนของ Symbol แต่ถ้านักเรียนอ่านผิดหรืออ่าน ไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลม ล้อมรอบอักษร E ในส่วนของ Symbol เช่นกัน พร้อมทั้งบันทึก รายละเอียดของการอ่าน สัญลักษณ์ที่ผิดอย่างย่อ ๆ

2. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเข้าใจคำศัพท์เฉพาะ (Comprehension (a)) เมื่อผู้ศึกษาให้นักเรียนบอกความหมายของคำสำคัญ (Key Words) หรือ สัญลักษณ์ที่อยู่ใน โจทย์ปัญหาแล้ว ผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนของ Terms ถ้านักเรียน สามารถบอกได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิด หรือบอก ไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E และบันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อ ๆ

3. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเข้าใจโจทย์ (Comprehension (b)) เมื่อผู้ศึกษาให้นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการให้นักเรียนทำแล้วผู้ ศึกษาจะบันทึก ผลลงใน ส่วนของ General โดยถ้านักเรียนบอกได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลม ล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียน บอกผิดหรือบอกไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E และ บันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ ผิดอย่างย่อ ๆ

4. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการเปลี่ยนรูป (Transformation) ใน ขั้นนี้ถ้านักเรียนสามารถบอกแนวคิด หรือวิธีที่จะใช้หาคำตอบ ๆ ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะบันทึกผล โดยวงกลม ล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิด หรือบอกไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบ อักษร E และบันทึก รายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อ ๆ

5. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการใช้ทักษะกระบวนการ (Process Skills) ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณหาคำตอบได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบ อักษร C แต่ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณผิด หรือแสดงวิธีคิดคำนวณ ไม่ได้ ผู้ศึกษาจะบันทึก สิ่งที่ผิดลงในส่วน ต่างๆ ของขั้น Process

6. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการสรุปคำตอบ (Encoding Ability) ถ้านักเรียนสรุปคำตอบในรูปข้อความ หรือภาษา ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบ C ใน ส่วนของ Words ถ้าสรุปผิด ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E ในส่วนของ Words เช่นเดียวกัน ถ้านักเรียนสรุปคำตอบในรูปสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร C ในส่วนของ Symbols ถ้าสรุปผิด ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E ในส่วนของ Symbols เช่นเดียวกัน

สรุปได้ว่า เทคนิคของการสัมภาษณ์นั้นผู้สัมภาษณ์จะต้องมีการวางแผนการ สัมภาษณ์ ก่อน การสัมภาษณ์ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของคำถามเครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึก หรือแม้กระทั่ง สิ่งที่ต้องการจากการสัมภาษณ์ในแต่ละครั้ง

### 2.7.3 การสัมภาษณ์เชิงลึก

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงการสัมภาษณ์เชิงลึก ไว้ดังต่อไปนี้

มานพ คณะโต (2550, น. 57-59) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถามและลำดับขั้นตอนของการ สัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้าเป็นการพูดคุยสนทนาตามธรรมชาติ (Naturalistic Inquiry)

รวีวรรณ ชินตระกูล (2547, น. 117-119) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้ มากที่สุดเท่าที่จะ มากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่างๆ ที่ก่อให้เกิด ข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะ เหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การ สัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจ แล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การ สัมภาษณ์เหมาะสม

สรัญ ภู่ง (2545, น. 119-120) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก เป็นวิธีการเก็บรวบรวม ข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีชื่อเรียกที่ต่างกันไป เช่น การสัมภาษณ์เจาะลึก การสัมภาษณ์ลุ่ม ลึก การสัมภาษณ์แนวลึก เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลโดยไม่ใช้แบบสอบถาม จะมี แนวของข้อ คำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถามผู้ให้สัมภาษณ์ในลักษณะการเจาะลึก และต้อง อาศัย ความสามารถพิเศษของผู้สัมภาษณ์ในการค้นหารายละเอียดในประเด็นที่ศึกษาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งการ สัมภาษณ์เชิงลึกมักจะศึกษาในประชากรกลุ่มเล็กๆ เช่น ผู้บริหาร นักการเมือง ผู้นำทาง วิชาการ ผู้นำ ท้องถิ่น ปราชญ์ชาวบ้าน เป็นต้น โดยที่การสัมภาษณ์เชิงลึกนั้นมิได้มุ่งหวังว่าจะ ให้ถูกสัมภาษณ์เลือก คำตอบที่นักวิจัยคิดไว้ก่อนหรือสัมภาษณ์เพียงครั้งเดียวแต่ต้องการให้ผู้ถูก สัมภาษณ์เลือกคำตอบ



ที่นักวิจัยคิดไว้ก่อนหรือสัมภาษณ์เพียงครั้งเดียวแต่ต้องการให้ผู้ถูก สัมภาษณ์แสดงความคิดเห็น ให้คำอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับความสำคัญของเรื่องและ สถานการณ์ ตลอดจนความเชื่อ ความหมายต่างๆ อย่างลึกซึ้งในแง่มุมต่างๆ

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) หมายถึง การสัมภาษณ์แบบ เจาะลึกรายบุคคล (In-Depth Interview) เป็นการซักถามพูดคุยกันระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้ สัมภาษณ์อย่างละเอียด เป็นการสัมภาษณ์ที่ให้ผู้สัมภาษณ์ได้อธิบายเหตุผลของตนเอง เพื่อให้ ทราบ ถึงสาเหตุในสิ่งนั้นๆ

#### 2.7.4 ประเภทของแบบสัมภาษณ์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านจำแนกประเภทของแบบสัมภาษณ์ไว้หลายทัศนะ ดังนี้

ไพศาล วรคำ (2554, น. 253-254) กล่าวว่า แบบสัมภาษณ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง มีลักษณะคล้ายกับแบบสอบถาม คือ มี การเตรียมคำถามไว้ในแบบฟอร์ม ผลจากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับคำถามในแบบฟอร์มที่ กำหนด เหมาะ สำหรับผู้สัมภาษณ์ที่ไม่ค่อยมีเวลาและยังไม่มี ความชำนาญในการสัมภาษณ์

2. แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง จะมีเฉพาะหัวข้อหรือแนวทางในการ สัมภาษณ์เท่านั้น เป็นการถามแบบเจาะลึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้งเปิดโอกาสให้ผู้ถูก สัมภาษณ์แสดงความคิดเห็น ได้อย่างเต็มที่

บุญชม ศรีสะอาด (2545, น. 78-80) กล่าวว่า แบบสัมภาษณ์สามารถแบ่งออกได้หลาย แบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงประเภทของแบบสัมภาษณ์ที่แบ่งตามเทคนิคการสัมภาษณ์ ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) การสัมภาษณ์ตาม แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ผู้สัมภาษณ์จะทำการสัมภาษณ์ตามคำถามที่ได้สร้างขึ้นและ พิมพ์ไว้ ในแบบสัมภาษณ์ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามชุดเดียวกัน อย่างเดียวกัน ผู้ สัมภาษณ์จะจด บันทึกราคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์ลงในแบบสัมภาษณ์นั้น ข้อดีของการสัมภาษณ์ แบบนี้คือผู้วิจัย สามารถจัดหมวดหมู่ สรุปได้ง่าย และลดเวลา ในการสัมภาษณ์

2. แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) เป็นแบบ สัมภาษณ์ ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอน และผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระ ผู้สัมภาษณ์มี อิสระใน

การคัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์การสัมภาษณ์แบบนี้ อาจมีแนวการสัมภาษณ์ (Interview Guide) ซึ่งจะมีหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการระบุไว้เพื่อให้ผู้ สัมภาษณ์จะได้ตั้งคำถามในแต่ละหัวข้อเอง ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความชำนาญในการสัมภาษณ์

รวีวรรณ ชินตระกูล (2547, น. 119-120) กล่าวว่า แบบสัมภาษณ์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง Structured form แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง วิธีการสัมภาษณ์ตาม แบบฟอร์มของข้อความที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้ถูกสัมภาษณ์จะตอบข้อความเหมือนกันทุกข้อ คำถามที่จะสัมภาษณ์จะต้องสร้างและจัดเตรียมข้อความเป็นอย่างดี ก่อนที่จะ ทำการสัมภาษณ์ผู้ สัมภาษณ์ควรทำความเข้าใจกับคำถามทุกข้อให้ตรงกันเสียก่อน เพื่อที่จะได้ ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ดียิ่งขึ้น

2. แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured form) สามารถทำการ สัมภาษณ์ได้ 3 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

2.1 การสัมภาษณ์แบบไม่จำกัดคำตอบ (Non-Directive Interview) เป็นการ สัมภาษณ์ที่ไม่ต้องเตรียมคำถาม เป็นการพูดคุยกันอย่างธรรมชาติ ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจะ เริ่มต้น สิ่งใดก่อน จนกระทั่งจะจบลงด้วยสิ่งใด ผู้สัมภาษณ์จะต้องตั้งคำถามตามสถานการณ์ ระหว่างการ สนทนา ผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามให้ผู้ให้ข้อมูล (Informant) สามารถพรรณนา ความรู้สึกนึกคิด ของตนเองเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ออกมาเอง ผู้สัมภาษณ์จะรับฟังและตอบโต้ด้วย ความเข้าใจใน ความรู้สึก นึกคิดที่ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงออกมา ผู้ถูกสัมภาษณ์จะมีความรู้สึกว่ามี อิสระในการแสดง ความคิดเห็นในเรื่องต่างๆ ในการสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่นมาก ผู้สัมภาษณ์มีอิสระ ในการคัดแปลงแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ การที่จะได้ข้อมูลจริงเพียงไร ขึ้นอยู่ กับผู้สัมภาษณ์โดยตรงซึ่งจะต้องใช้เทคนิคในการสัมภาษณ์ โดยส่วนมากการสัมภาษณ์ประเภทนี้มักจะเป็น การสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพทางอารมณ์ค่านิยมทางการดำเนินงาน การดำเนินชีวิตและ อุดมการณ์ ดังนั้นการสัมภาษณ์แบบไม่จำกัดคำตอบจำเป็นและนิยมใช้กันมากในหมู่นักจิตวิทยา นัก สังคมสงเคราะห์และแพทย์ ผู้สัมภาษณ์จำเป็นต้องสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองมากที่สุดเพื่อให้ผู้ตอบ อยู่ในอารมณ์ที่สบายอกสบายใจ

2.2 การสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจ โดยเฉพาะ (Focuses Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายหรือมีความสนใจในบางเรื่องอยู่แล้วจึงพยายาม ตะล่อมให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้แสดงออกมาอย่างมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้นๆ

2.3 การสัมภาษณ์แบบหยั่งลึก (In-Depth Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่างๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์ จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

กิติพัฒน์ นนทปัทมะคุลย์ (2547, น. 123-129) กล่าวว่า แบบสัมภาษณ์สามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือแบบมาตรฐาน (Structured or Standardized Interviews) เป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดคำถามเฉพาะเจาะจงและชัดเจนหลักการและเหตุผลของแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง คือ การพยายามทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ ได้รับชุดคำถามชุดเดียวกัน เพื่อว่าจะสามารถเปรียบเทียบคำตอบของแต่ละคนได้สะดวกขึ้น

2. แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างหรือแบบปลายเปิด (Unstructured or Open Ended Interviews) เป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บรวบรวมสาระด้านการรับรู้ โลก และประสบการณ์ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างด้วยืดหยุ่น และลื่นไหลไปตามสถานการณ์เพราะแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างไม่ได้ใช้ข้อคำถามที่กำหนดไว้อย่างตายตัว แต่จะมีลักษณะรวบรวมชุดของคำถามที่สำคัญๆ ที่มีที่มาจากข้อ สันนิษฐานอันหลากหลายกว่าการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

3. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured or Guided Interviews) หรือ เรียกอีกอย่างว่าแบบสัมภาษณ์แบบชี้นำ โดยปกติเป็นการสัมภาษณ์ที่นักวิจัยจะกำหนดคำถามที่พอจะตัดสินใจได้ว่าจะถามอะไรบ้าง หรือใช้คำสำคัญ (Keywords) เป็นเครื่องชี้นำการ สัมภาษณ์ซึ่งเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก

สรุปได้ว่า แบบสัมภาษณ์แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ที่มี โครงสร้าง หมายถึงแบบสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์ อะไรบ้าง แบบสัมภาษณ์ที่ไม่มีโครงสร้าง หมายถึงแบบสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอน ผู้ให้สัมภาษณ์ตอบ

ได้โดยอิสระและผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการคัดแปลงสถานการณ์ให้ เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในขณะที่ สัมภาษณ์ได้และแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง หมายถึง แบบสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความคำถามและ สามารถเพิ่มคำถามได้ในระหว่างการสัมภาษณ์ ซึ่ง เน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก

## 2.8 การหาคุณภาพของเครื่องมือ

จากการศึกษาการหาคุณภาพของเครื่องมือ ขอนำเสนอในประเด็นของความหมายของการหา คุณภาพของเครื่องมือ ความเที่ยงตรง ความยากและอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น ซึ่งมีรายละเอียดไว้ดังนี้

### 2.8.1 ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือ

นักการศึกษาได้กล่าวถึงการหาคุณภาพเครื่องมือ ไว้ดังต่อไปนี้

บุญชุม ศรีสะอาด (2545, น. 81) กล่าวว่า เครื่องมือรวบรวมข้อมูลจะต้องมีคุณภาพ หลายประการประกอบกัน ดังนี้

1. ทุกข้อต้องมีคุณภาพเข้าตามเกณฑ์ในด้านระดับความยากอำนาจจำแนกความ เที่ยงตรงตามเนื้อหา
2. เมื่อนำทุกข้อที่มีคุณภาพตามข้อ 1 มารวมกันเป็นฉบับเครื่องมือทั้งฉบับนั้น จะต้องมีคุณภาพในด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 193) กล่าวว่า การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบเป็น การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่ามีคุณภาพดีเพียงใด ทั้งลักษณะเป็นรายข้อและทั้ง ฉบับ ถ้าข้อสอบข้อใดหรือฉบับใดมีคุณภาพดี ก็ควรนำไปใช้แต่ถ้าบกพร่องก็ควรปรับปรุงแก้ไข

พิชิต ฤทธิจรูญ (2551, น. 134) กล่าวว่า เครื่องมือวัดผลที่ดีจะต้องเป็นเครื่องมือที่มี คุณภาพจึงจะช่วยให้การวัดผลมีความถูกต้องเชื่อถือได้และผลการประเมินที่ได้ย่อมเชื่อถือได้ด้วย ดังนั้นก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้จริงจึงควรตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือก่อนทุกครั้งการตรวจสอบ คุณภาพเครื่องมือเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่อง ความเที่ยงตรงความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก และความเป็นปรนัย

ไพศาล วรคำ (2561, น. 265) กล่าวว่า คุณภาพเครื่องมือ หมายถึงคุณ ลักษณะที่บ่ง บอถึงความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เช่น ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก เป็นต้น คุณสมบัติที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ใน

การวิจัย ประกอบด้วยความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นเป็นหลัก ส่วนอำนาจจำแนกนั้นจะใช้เฉพาะในกรณีของแบบทดสอบและแบบสอบถาม และความยากจะใช้ได้เฉพาะกรณีแบบทดสอบเท่านั้น

สรุปได้ว่าการหาคุณภาพเครื่องมือ หมายถึง การตรวจสอบหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลที่ต้องมีการหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือเพื่อความถูกต้องและเชื่อถือได้

### 2.8.2 ความเที่ยงตรง

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเที่ยงตรง (Validity) หรือความตรง (Validity) ไว้ดังต่อไปนี้

พิชิต ฤทธิเจริญ (2551, น. 134-135) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบนั้นมีสิ่งที่จะต้องพิจารณาดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องที่อ้างถึงการตีความหมายของผลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือการประเมินผล มิใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แต่เป็นความเที่ยงตรงของการตีความหมายที่ได้จากผลของการทดสอบ
2. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องของระดับ (Matter of Degree) มิใช่เป็นเรื่องมีหรือไม่มี การบอกความเที่ยงตรงของแบบทดสอบควรเสบทะเจาะจง เช่น มีความเที่ยงตรง สูง ปานกลาง หรือต่ำ
3. ความเที่ยงตรงจะเป็นความเที่ยงตรงเฉพาะเรื่องที่ต้องการวัดเสมอ (Specific to Some Particular Use) ไม่มีแบบทดสอบใดที่มีความเที่ยงตรงทุกวัตถุประสงค์ เช่น แบบทดสอบเลขคณิตอาจมีความเที่ยงสูงในการวัดทักษะการคำนวณ แต่มีความเที่ยงตรงต่ำในการวัดเหตุผลเชิงตัวเลข และอาจมีความเที่ยงตรงปานกลางในการคาดคะเนผลการเรียน
4. ความเที่ยงตรงเป็นมโนทัศน์เดียว (Unitary Concept) หมายความว่าความเที่ยงตรงเป็นค่าตัวเลขตัวเดียวที่ได้มาจากหลักฐานหลายแหล่งหลักพื้นฐานที่ใช้ยึดในการตีความหมายของความเที่ยงตรงก็คือเนื้อหาเกณฑ์ที่กำหนดและโครงสร้าง

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 99) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลักๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อ เรื่อง ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี การตรวจสอบความเที่ยงตรงเป็นกระบวนการรวบรวมและวิเคราะห์หลักฐานเพื่อการสนับสนุนความเหมาะสม และความถูกต้องของ

การนำคะแนนจากเครื่องมือวัดไปสรุป ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่องการตรวจสอบความเที่ยงตามเกณฑ์สัมพัทธ์และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี

ไพศาล วรคำ (2561, น. 266) กล่าวว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่องหรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความเที่ยงตรงจึงถือว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกประเภท เพราะเป็นคุณสมบัติเกี่ยวข้องกับคุณภาพ ด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด เนื่องจากความเที่ยงตรงของค่าวัดจากเครื่องมือวัดเป็นความสัมพันธ์หรือความสอดคล้องระหว่างค่าวัดของเครื่องมือวัดนั้นกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือตัวเกณฑ์ ดังนั้น การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรง จึงเป็นการหาความสัมพันธ์หรือความสอดคล้องระหว่างค่าวัดของตัวแปรวิธีการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงจึงขึ้นอยู่กับชนิดของค่าวัดที่ได้จากตัวแปร ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการแสดงหรือหาว่าเครื่องมือวัดนั้น สามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมเนื้อหาวิชาการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใด โดยการเทียบกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางกำหนดข้อสอบสิ่งกำหนดตัวอย่างหัวข้อเนื้อหาสาระวิชาและพฤติกรรมจากเนื้อหาสาระวิชาทั้งหมด และถือว่าเป็นตัวแทนที่ดีแล้วการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือวัด สามารถพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของวิชา โดยคำนวณจากดัชนีความสอดคล้องของระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ค่า IOC ที่มีค่า 0.50 ขึ้นไปแสดงว่ามีความสอดคล้องหรือเป็นตัวแทนจุดประสงค์ของวิชา

สำหรับสูตรที่ใช้ในการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบโดยคำนวณจากสูตรของบุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (ไพศาลวรคำ, 2554, น. 262-263) เป็นดังนี้

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

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) ซึ่งแยกตามเกณฑ์เป็นการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามสภาพ และการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามพยากรณ์

3. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดขอบเขตความหมาย หรือคุณลักษณะประจำตามโครงสร้างทฤษฎีที่สมมุติขึ้นได้เพียงใด

สรุปได้ว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดหรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลที่ได้จากการวัด และการตรวจสอบความเที่ยงตรงนั้นสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อการตรวจสอบความเที่ยงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี

### 2.8.3 ความยากและอำนาจจำแนก

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความยากและอำนาจจำแนกไว้ดังต่อไปนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 138) กล่าวว่า ความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่าย ถ้ามีคนตอบถูกน้อย ข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลาง ข้อสอบข้อนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คนและไม่เกิน 80 คนจากผู้สอบ 100 คนค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมดส่วนอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถ

จำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้ ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงของสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูง

ไพศาล วรคำ (2561, น. 298) กล่าวว่า ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูกต้องนั้น ความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่ายหรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficulty Index: p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยากหรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ

การหาค่าความยากของข้อสอบโดยทั่วไปจะนิยมหาเฉพาะในการสอบแบบอิงกลุ่มเพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้นต้องพิจารณาความรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่ค่อยคำนึงถึงความยากของข้อสอบแต่จะพิจารณาพฤติกรรมและเนื้อหาที่ต้องการวัดมากกว่าการหาค่าดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการหาเพื่อให้ทราบระดับความยากเท่านั้น ซึ่งถ้ามีการหาค่าดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์ก็มักจะหาทั้งดัชนีความยากก่อนเรียนและดัชนีความยากหลังเรียนโดยใช้สูตรเดียวกับความยากแบบอิงกลุ่ม

การหาความยาก (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficulty Index: p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก หรือมีดัชนี ความยากต่ำ เช่น แบบทดสอบฉบับหนึ่งนำไปทดลองใช้กับนักเรียน 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  $50/50 = 1.00$

ดังนั้นค่าดัชนีความยากจึงหาได้จาก (ไพศาล วรคำ, 2561, น.298)



$$p = \frac{f}{n} \quad (2-2)$$

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

สำหรับข้อสอบอัตนัยการหาดัชนีความยากจะมีวิธีการแตกต่างไปจากข้อสอบปรนัยบ้าง เนื่องจากคะแนนที่เป็นไปได้ของข้อสอบอัตนัยแต่ละข้อไม่ใช่ 0 หรือ 1 เหมือนกับข้อสอบปรนัยการหาดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยทำได้โดยการแบ่งผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่ม ๆ ละเท่า ๆ กันคือกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ จากนั้นคำนวณหาดัชนีความยากจากสูตรของ (Whitney and Sabers) ส่วนการแปลผลดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยก็ใช้เกณฑ์เดียวกับดัชนีความยากของข้อสอบปรนัย

สำหรับสูตรที่ใช้ในการหาค่าความยากของแบบทดสอบ จะต้องแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้เทคนิค 25% ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมดโดยคำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรรคัม, 2561, น. 299)

$$\frac{S_H + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})} \quad (2-3)$$

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

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น ในแบบทดสอบข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกก็คือข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้เครื่องมือที่นิยม

หาอำนาจจำแนก ได้แก่ แบบทดสอบและแบบสอบถามเทคนิคการหาอำนาจจำแนกมีหลายวิธีตามลักษณะของเครื่องมือ ดังนี้

1. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม มีหลายวิธี
  - 1.1 เทคนิคร้อยละ 50
  - 1.2 เทคนิคร้อยละ 27
  - 1.3 การหาสหพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม
  - 1.4 การหาสหสัมพันธ์แบบ Point Biserial
2. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หาได้ 2 แบบ ดังนี้
  - 2.1 ดัชนีอำนาจจำแนกของแบรนแนน (Brennan 's Index : B-Index)
  - 2.2 ดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index : S)
3. การหาอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัย

ในกรณีของข้อสอบอัตนัยค่าคะแนนในแต่ละข้อจะมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตรวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 225) กล่าวว่าความยากและอำนาจจำแนก หมายถึง สัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก เช่น ข้อสอบข้อหนึ่งมีคนตอบ 100 คนปรากฏว่าตอบถูกเพียง 30 คนแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความระดับความยาก (p) เท่ากับ 0.30 หรือ 30% ดังนั้นระดับความยากของข้อสอบจึงมีค่าตั้งแต่ 0.00-1.00 ถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกมาก P จะมีค่าสูง (เข้าใกล้ 1) แสดงว่าข้อนั้นง่าย ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกน้อย P จะมีค่าต่ำ (เข้าใกล้ 0) แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก โดยทั่วไปข้อสอบที่มีค่า P ระหว่าง 0.20-0.80 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และข้อสอบทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ยประมาณ 0.50 ส่วนอำนาจจำแนก (Discrimination) หรืออำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination Power of The Items) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนก หรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างข้อสอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้ โดยถือว่าคนที่เก่งหรือมีความสามารถควรทำข้อสอบนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนหรือไม่มีความสามารถไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ อำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 แต่อำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าบวก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบปรนัย

$$r = \frac{2(f_H - f_L)}{n} \quad (2-4)$$

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

สำหรับการหาอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 309)

$$r_{XY'} = \frac{n \sum XY' - \sum X \sum Y'}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y'^2 - (\sum Y')^2]}} \quad (2-5)$$

เมื่อ	$r_{XY'}$	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อคำถาม
	$X$	แทน	คะแนนของข้อคำถามข้อนั้น
	$Y$	แทน	คะแนนรวมจากข้อคำถามทั้งหมด (ที่วัดในสิ่งเดียวกัน)
	$Y'$	แทน	คะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว $Y' = Y - X$
		แทน	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัยคำนวณจากสูตรของวิทเนย์ และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2561, น.309)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})} \quad (2-6)$$

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

ตารางที่ 2.12 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

ความยาก (p)	ความหมาย	อำนาจจำแนก (D)	ความยาก
0.80-1.00	ง่ายมาก	0.60-1.00	ดีมาก
0.60-0.79	ค่อนข้างง่าย	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

สรุปได้ ว่าความยากข้อสอบเป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บ่งบอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมี โอกาสที่จะมีกลุ่มตัวอย่างจะตอบถูกหรือไม่ ถ้ากลุ่มตัวอย่างตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่าย ถ้ามีกลุ่ม ตัวอย่างตอบถูกน้อย ส่วนอำนาจจำแนก คือคุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกผู้เรียน ให้มีความต่างกัน ซึ่งเครื่องมือที่สร้างขึ้นมานั้นจะต้องมีการทำอำนาจจำแนกของแบบทดสอบสอบด้วย

#### 2.8.4 ความเชื่อมั่น

นักการศึกษาได้กล่าวถึง ความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเชื่อมั่นไว้ ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2552, น. 88) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น ตรงกับภาษาอังกฤษ “Reliability” ซึ่งหมายถึง “Stability and Consistency” ของคะแนนสอบ จึงเป็นที่เข้าใจของกลุ่มนักวัดผลคนไทยว่า Reliability นั้น หมายถึง ระดับความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบจากการทดสอบเรื่อง เดียวกันในเวลาใดก็ตาม อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ตามก็สำหรับการใช้คำนั้นก็อาจใช้คำที่ต่างกันไป เช่น ความเชื่อมั่น ความเที่ยง

ไพศาล วรรคำ (2561, น. 278) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลายๆ ครั้ง การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดพัฒนามาจากนิยาม คือความสัมพันธ์กันระหว่างค่าการวัดหลายๆ ครั้งแต่ด้วยเหตุที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้นมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเมื่อเวลาผ่านไปจึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธีภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิด คือ

1. การวัดความคงที่ ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลายๆ ครั้ง
2. การวัดความสมมูลกันเป็นการวัดแบบที่เป็นคู่ขนานเพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ
3. การวัดความสอดคล้องภายในซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียง

ครั้งเดียวแล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัดนั้น

ศิริชัย กาญจนวาลี (2552, น. 59-60) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ และวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่น สามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ โดยมีความหมายและวิธีการประมาณค่าดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 2.13 ประเภทของความเชื่อมั่นความหมายและวิธีการประมาณค่า

ประเภท	ความหมาย	วิธีประมาณค่า
1. ความเชื่อมั่นแบบคงที่ (Measure of Stability)	ความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบเดิม (Test-RetrstMethod)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากคนกลุ่มเดียวกันด้วย เครื่องมือเดียวกัน โดยทำการวัดซ้ำสองครั้งในเวลาต่างที่ต่างกัน
2. ความเชื่อมั่นแบบความสมมูล (Measure of Equivalent)	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกัน โดยใช้แบบสอบที่สมมูลกัน (Equivalent Forms Method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในเวลาเดียวกันจากคนกลุ่มเดียวกันโดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับที่หัดเทียบกัน

(ต่อ)

ตารางที่ 2.13 (ต่อ)

ประเภท	ความหมาย	วิธีประมาณค่า
4. ความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน (Measure of Internal Consistency)	<p>ความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้อหรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหาหรือข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัดโดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้</p> <p>4.1 วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (Spilt-half Method)</p> <p>4.2 วิธีของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson Method)</p> <p>4.3 วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Method)</p> <p>4.4 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's Analysis of Variance Method)</p>	<p>คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเป็นเอกพันธ์ระหว่างคะแนนของกลุ่มข้อสอบ 2 กลุ่มจากการวัดด้วยแบบสอบเดียวกันคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากการแบ่งครึ่งข้อสอบที่สมมูลกันเช่นแบ่งเป็นข้อคู่และข้อคู้ จากนั้นจึงใช้สูตรของเปียร์แมนบราร์นคำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อ (ซึ่งให้คะแนนแบบ 0. 1) และคะแนนรวมจากนั้นจึงใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อและคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาควิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางจากนั้นจึงใช้สูตรของฮอยท์</p>

ในกรณีที่ข้อสอบเป็นแบบความเรียง (Essay Tests) ที่มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบผู้ตรวจให้คะแนน (Rater) แต่ละคนอาจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนจึงสำคัญมากสำหรับเครื่องมือวัดทักษะนี้ วิธีการง่าย ๆ ในการหาความเชื่อมั่น ระหว่างผู้ให้คะแนนก็คือให้ผู้ตรวจให้คะแนนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ให้คะแนนในแบบทดสอบเดียวกันหรือพฤติกรรมเดียวกันแล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากผู้ตรวจ โดยการหาสัมประสิทธิ์ความพ้องกันหรือดัชนีความสอดคล้องกัน

สูตรการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบคำนวณจากสูตรการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (Cronbach's  $\alpha$ -Coefficient) ของ ดังนี้ (ไพศาล วรรค้ำ, 2561, น. 288)

$$\alpha = \frac{k}{\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{t}\right)} \quad (2-7)$$

เมื่อ  $\alpha$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

$k$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$s_i^2$  แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบในแต่ละข้อ

$s_t^2$  แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ไพศาล วรรค้ำ (2561, น. 297) กล่าวว่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (Standard Error of Measurement : SEM) เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความเชื่อมั่นของเครื่องมือ กล่าวคือถ้าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดต่ำ ความเชื่อมั่นจะสูง ในทางกลับกันถ้าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดสูงความเชื่อมั่นจะต่ำ นั้นหมายความว่าถ้าแบบทดสอบใดมีความเชื่อมั่นอย่างแท้จริง คะแนนที่สอบได้นั้นจะเป็นคะแนนจริง (True Score) ถ้ามีการสอบด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกับกลุ่มๆเดียวหลายครั้ง คะแนนของผู้สอบแต่ละคนที่สอบได้จะแตกต่างกันไป การที่คะแนนแตกต่างกันมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหรือถ้าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูงความแตกต่างหรือความของคะแนนจะน้อย ถ้ามีความเชื่อมั่นต่ำความแตกต่างหรือของคะแนนจะมาก การคำนวณหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดจึงเป็นการหาค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนที่สอบได้ (Obtained Scores) กับคะแนนจริง (True Scores) สอดคล้องกับ เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2552, น. 97) ที่กล่าวว่า โดยปกติความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดจะมีค่าน้อยมาก และมีความสัมพันธ์กับค่าความเชื่อมั่นค่า SEM จึงเป็นดัชนีที่จะชี้ให้เห็นว่าเมื่อความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดมีค่าน้อยก็ย่อมจะทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูงขึ้น

สรุปได้ว่า ความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ และวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่น สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การวัดความคงที่ การวัดความสมมูลกัน การวัดความสอดคล้องภายใน

## 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.9.1 งานวิจัยในประเทศ

#### 2.9.1.1 งานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

สุนีย์ คล้ายนิล (2549, น. 186) ได้รายงาน การประเมินผลการเรียนรู้ จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ขององค์กร เพื่อความร่วมมือและพัฒนาทาง เศรษฐกิจ (OECD) ที่ทำการศึกษาวิจัยในช่วง PISA 2003, PISA 2006 และ PISA 2009 โดยนำเสนอ ใน ส่วนของประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา สุ่มจากนักเรียนอายุ 15 ปี ที่มีอยู่ในโรงเรียน ทั่วประเทศ เก็บข้อมูลแยกตามสังกัดของโรงเรียน ได้แก่ กรมสามัญ (สศ.) หรือสำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามัญศึกษาเดิม (สพฐ.2) สำนักงานคณะกรรมการ การ ประถมศึกษาแห่งชาติ (สพช.) หรือสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนขยาย โอกาส (สพฐ.1) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (สช.) สำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร (กทม.) สำนักงานบริหารการศึกษาท้องถิ่น (กศท.) โรงเรียนสาธิตของ มหาวิทยาลัย (สาธิต) และกรมอาชีวศึกษา (อศ.) ในการสุ่มตัวอย่างทำเป็นขั้นตอน 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกสุ่ม เลือกโรงเรียนจากแต่ละสังกัด โดยสุ่มตามสัดส่วนของจำนวนนักเรียน และ ดูการกระจายให้ทั่ว ประเทศ ขั้นตอนที่สอง จากรายชื่อโรงเรียน ที่สุ่มได้และโรงเรียนยินดีที่จะเข้าร่วมโครงการกลุ่ม นักเรียนจากโรงเรียนดังกล่าวมาจำนวน 35 คน โรงเรียนขนาดเล็กที่ นักเรียนไม่ถึง 35 คนก็ให้เป็น กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ในแต่ละปีที่ร่วมโครงการจะได้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ประมาณ 5,236 คน จากโรงเรียน 179 โรงเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ผลการประเมินสะท้อนให้ เห็นถึงระบบการศึกษาของประเทศ ทั้งในด้านคุณภาพ การศึกษาและด้านความเท่าเทียมกันทาง การศึกษา สำหรับด้านคุณภาพการศึกษาโดยอ้างอิงจากระดับ ผลการประเมินของนักเรียนต่างกลุ่ม เช่น นักเรียนชายหญิง นักเรียนในเมือง ชนบท นักเรียนในแต่ละสังกัด นักเรียนต่างพื้นที่ต่างภูมิภาค ต่างฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนทรัพยากร โรงเรียนต่างกัน ในเชิงคุณภาพเมื่อเปรียบเทียบกับนานาชาติ หรือเทียบกับ ประเทศในเอเชียที่ ก้าวหน้ากว่าประเทศไทย ได้แก่ จีน ฮองกง เกาหลี และญี่ปุ่น นักเรียนไทย แสดงมีผลการประเมินต่ำ หรือมีคุณภาพต่ำกว่าประเทศสมาชิก OECD และ ต่ำกว่าประเทศใน เอเชียดังกล่าว โดยเฉลี่ยผล การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย ยังคงต่ำกว่า ระดับพื้นฐานเมื่อเทียบกับนานาชาติ ใน PISA 2003 ซึ่งเป็นปีที่มุ่งการประเมินการรู้เรื่อง



คณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย (417) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (500) ซึ่งอยู่ใน ส่วนต่ำสุด (Bottom Quarter) และคะแนน คณิตศาสตร์ด้านต่างๆ 4 ด้าน ตามกรอบการ ประเมินของ PISA คือ 1) ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ 2) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ 3) ปริมาณ และ 4) ความไม่แน่นอน มีคะแนน 425, 405, 415 และ 423 ตามลำดับ จะเห็นว่า นอกจากคะแนน คณิตศาสตร์จะต่ำแล้ว ยังพบว่านักเรียน ไทยอ่อนด้อยในเนื้อหา “การ เปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ มากที่สุด เมื่อเทียบกับเนื้อหาอื่น ๆ และการประเมินใน PISA 2009 เปรียบเทียบกับ PISA 2003 , PISA 2006 พบว่า นักเรียนไทย มีค่าเฉลี่ยการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ลดลงเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่อง

ทองพันธ์ ยงกุล (2554, น. 150-151) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์พระระดับ ปัจจัยที่มี อิทธิพลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดศรีสะเกษ มี จุดมุ่งหมายการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีเพศต่างกัน ขนาดโรงเรียนต่างกัน 2) เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียน คือ เจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ อัตมโนทัศน์ ความตั้งใจเรียน ความสัมพันธ์ในครอบครัวต่อ การรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ 3) เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับห้องเรียน คือ คุณภาพการสอน ของครู ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และบรรยากาศในชั้นเรียนต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 4) เพื่อสร้าง สมการพยากรณ์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัด ศรีสะเกษผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จำแนกตามขนาดโรงเรียนพบว่าค่าสถิติ เอฟ (F) มีค่าเท่ากับ 12.712 และค่า p-value เท่ากับ 0.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ ที่กำหนด (0.05) นั่นคือนักเรียนที่เรียนในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกันมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจึงต้องทดสอบความแตกต่างรายคู่ระหว่างขนาด โรงเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนที่ เรียนในโรงเรียนขนาดเล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ระหว่าง นักเรียนโรงเรียนขนาดใหญ่ กับโรงเรียนขนาดกลางแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อ เปรียบเทียบระหว่าง นักเรียนโรงเรียนขนาดกลางกับโรงเรียนขนาดเล็กพบว่านักเรียนโรงเรียนขนาด กลางมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนโรงเรียนขนาดเล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ไพรัช วงศ์ศรีตระกูล (2551, น. 95-96) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเสริมสร้างการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการสื่อความหมายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อความหมาย และเปรียบเทียบความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลายสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสายคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ที่ได้รับการเสริมสร้าง การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางปะกอก วิทยาคม จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ในกิจกรรม แบบแกหัด แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้การเสริมสร้างการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ ระหว่างเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 73.55/70.94 นักเรียนที่ได้รับการเสริมสร้างการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยที่นักเรียนจำนวนร้อยละ 75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก ความสามารถในการให้เหตุผล และ ความสามารถในการสื่อ ความหมายอยู่ในระดับดี นอกจากนี้ นักเรียนแผนการเรียนสาย วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และสาย คณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันที่ระดับ นัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศ พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยมี คะแนนเฉลี่ย (417) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (500) ซึ่งอยู่ในส่วนต่ำสุด (Botton Quarter) และ คะแนน คณิตศาสตร์ด้านต่าง ๆ 4 ด้าน ตามกรอบการประเมินของ PISA คือ 1) ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ 2) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ 3) ปริมาณ และ 4) ความไม่แน่นอน มี คะแนน 424, 405, 415 และ 423 ตามลำดับ จะเห็นว่านอกจากคะแนนคณิตศาสตร์จะต่ำแล้ว ยัง พบว่านักเรียน ไทยอ่อนด้อยในเนื้อหา “การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์มากที่สุด เมื่อเทียบกับเนื้อหาอื่น ๆ และการประเมินใน PISA 2009 เปรียบเทียบกับ PISA 2003, PISA 2006 พบว่า นักเรียนไทยมีค่าเฉลี่ยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ลดลงเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่อง ปัจจัยส่วนหนึ่งมาจากขนาดของโรงเรียน คือ นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกันมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างนักเรียน โรงเรียนขนาดกลางกับโรงเรียนขนาดเล็กพบว่านักเรียนโรงเรียนขนาดกลางมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนโรงเรียนขนาดเล็ก

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ทอง พันธุ์ ยงกุล. 2554, น. 150 -151) แต่หากนักเรียนได้รับการเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะทำให้ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญ และจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับภายในโรงเรียน ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบเจอในสถานการณ์จริงบนโลกได้

#### 2.9.1.2 งานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน

บุริช แก้วแสนเมือง (2544, น. 4) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลการสอนโดยใช้โครงงาน คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด โดยใช้วิธีสอนแบบโครงงานคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543 ของโรงเรียนบ้านผือพิทยาสรรค์ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 48 คน โดยมีนวัตกรรมที่ใช้ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ ซึ่ง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ และความคิดสร้างสรรค์ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนและเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิญา ชื่อตระกูลพานิชย์ (2550, น. 5-6) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผล การใช้วิธีการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เทียบกับเกณฑ์เป้าหมายที่โรงเรียนกำหนดไว้ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป 2) ทักษะ กระบวนการวิทยาศาสตร์ เทียบกับเกณฑ์เป้าหมายที่โรงเรียนกำหนดไว้ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป 3) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่ม ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชุมชนบ้านโพนสว่างดอนโมง สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาขอนแก่น เขต 5 จำนวน 29 คน โดยมีนวัตกรรมที่ใช้ คือ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานซึ่ง ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบ

โครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนร้อยละ 79.31 มีคะแนนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2) ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนร้อยละ 75.86 มีคะแนนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 3) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย 38.48 แบ่งเป็นด้านความคิดคล่องแคล่วซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 13.79 รองลงมาคือ ด้านความคิดยืดหยุ่นมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.41 และด้านความริเริ่มมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.28

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยโครงการเป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ตามสภาพจริง ได้ลงมือปฏิบัติเป็นรายบุคคลและกระบวนการกลุ่ม โดยวิธีดำเนินการตาม กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง มีครูคอยกระตุ้นแนะนำ และให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด ให้ผู้เรียนมีการตัดสินใจด้วยตนเองเพื่อตอบข้อสงสัยในสิ่งที่ ตนเองอยากรู้ จนสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

#### 2.9.1.3 งานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ณัฐวุฒิ เจริญกุล (2554, น. 3) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปกติ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โครงการส่งเสริมพัฒนาอัจฉริยภาพด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2/2553 โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร จำนวน 2 ห้องเรียนที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกันเพราะเป็นกลุ่มที่ผ่านการคัดเลือกเข้ามาเรียนด้วยข้อสอบชุดเดียวกัน จับสลากเพื่อกำหนด เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ห้องเรียนละ 30 คน ได้แก่ นักเรียนห้องม.1/12, ม.1/13 ตามลำดับ โดยมีนวัตกรรมที่ใช้ คือ กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80,63/87.73 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) ความคิด

สร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการสูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.34, S.D. = 0.64$ )

นัสรินทร์ ป้อชา (2558, น. 5) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) 2) เพื่อศึกษาคะแนนพัฒนาการ (Gain Score) ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์อำเภอ เมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้อง นักเรียน 39 คน โดยมีนวัตกรรมที่ใช้ คือ การจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษา มีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ .01 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) อยู่ในระดับมาก

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2558, น. 2-3) ได้ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียน หลังจากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพยุหะภูมิวิทยาคาร อำเภอพยุหะภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน 102 คน โดยมีนวัตกรรมที่ใช้ คือ การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศ พบว่า มีสภาพปัญหาที่เหมือนกัน คือนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ มีระดับคุณภาพยังไม่ถึงเกณฑ์ เป้าหมายของมาตรฐานการเรียนรู้ รวมทั้งไม่สามารถนำเอาความรู้มาใช้ในชีวิตประจำวันได้ แล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะกระบวนการที่สำคัญ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้อยู่ยังคงเน้นแบบบรรยายและยึดผู้สอนเป็นศูนย์กลาง โดยมีการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการสูงขึ้น ที่สำคัญยังช่วยให้นักเรียนนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้และพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

## 2.9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

### 2.9.2.1 งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

Colin (2010, pp. 83-93) ได้ศึกษาการรู้เรื่องสถิติในโรงเรียน โดยศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างความตั้งใจเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่าน มา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ ซึ่งได้แก่ความตั้งใจเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมากับตัวแปร เกณฑ์ คือ การรู้เรื่องสถิติ (การรู้เรื่องคณิตศาสตร์) โดยผู้วิจัยได้ศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่ เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ เพื่อสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปร เกณฑ์ดังกล่าว การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็น นักเรียนระดับชั้น

มัธยมศึกษาในประเทศออสเตรเลีย จำนวน 438 คน จากโรงเรียนจำนวน 8 โรงเรียน ใน 3 รัฐ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน คำสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ผลการศึกษา พบว่า ความตั้งใจเรียนเป็นตัวส่งผ่านไป ยังการรับรู้ความสามารถของตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นอกจากนี้ยัง พบว่า ความตั้งใจเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเอง ร่วมอธิบายความแปรปรวนของการรู้สถิติได้

Doyle (2007, p. 246-254) ได้ทำการศึกษาและพิจารณาการเปลี่ยนแปลงลักษณะของการ สอนและผลงานทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้ระยะเวลา การศึกษา 2 ปีกับนักเรียน 4 ห้องเรียน เพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบจากการ มอบหมายงานการจำลองตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในระดับปกติและระดับสูง ผลการศึกษา พบว่าการจำลองสถานการณ์และการสร้างผลงานทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงสามารถที่จะ เสริมสร้างการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ โดยที่ นักเรียนจะได้รับแนวทางในการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ และใช้คณิตศาสตร์ผ่านการสอนที่มีคุณภาพ อีกทั้งนักเรียนสามารถเข้าใจในเรื่องคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโลกได้ นอกจากนี้บทบาทสำคัญของครูสามารถสร้างบรรยากาศการ เรียนรู้ทางบวก การสื่อสารแนวความคิดที่ชัดเจน และการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Koichu, Berman and Moore (2007, pp. 99-139) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยทำการศึกษาให้นักเรียนเกรด 8 จำนวน 2 ห้องเรียน 37 คน เป็นระยะเวลา 5 เดือน ซึ่งยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการศึกษาความสามารถ ส่วนตนในการใช้ยุทธวิธีของคำศัพท์ในการสื่อสารเพื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และการเลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรของโรงเรียน เกี่ยวกับวิชาพีชคณิตและเรขาคณิต การพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะวิเคราะห์จากค่าเฉลี่ยของผลการสัมภาษณ์การคิด ของนักเรียนและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยจากการทดสอบเจตคติของ นักเรียน ผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนในกลุ่มเดียวกันมีความก้าวหน้าของ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นจากการพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

Smith (2005, p. 539) ได้ทำการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้และวิชาคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์บทบาทของภาษาและการแสดงเครื่องหมายสัญลักษณ์ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน เพื่อศึกษากระบวนการ และเครื่องมือที่ใช้ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยทำการทดสอบคำถามการวิจัย ดังนี้ 1. เจตคติที่มีต่อตนเองขอ นักเรียน 2. การใช้ภาษา 3. เนื้อหาที่ปรากฏในโจทย์คณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และ 4. ศึกษาบทบาทของ กระบวนการตัดสินใจ และการให้เหตุผลของนักเรียนเกรด 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัย พบว่า เด็กนักเรียน 3 ใน 4 คน แสดงให้เห็นทั้ง ความรู้สึกไม่พึงพอใจเหตุผลที่หลากหลายในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ การใช้วิธีทำจากผลเฉลย ไปสู่โจทย์ปัญหา ซึ่งแตกต่างไปจากโจทย์ปัญหาที่มี พื้นฐานจากสถานการณ์จริง จะช่วยให้นักเรียน สามารถเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้นและ พบว่า เจตคติที่มีต่อตนเองและความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาเรียน เป็นเครื่องกำหนด รูปแบบการใช้ประโยชน์ จากเนื้อหาของโจทย์ปัญหา และยังส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยประกอบกับได้มีการออกแบบงานเพื่อใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็น นักเรียนที่มีความ เข้าใจในระดับต่างๆ ทำให้เกิดต้นแบบในการสร้างเครื่องมือและกระบวนการ ตัดสินใจของนักเรียน รวมทั้งภาษาและเครื่องหมาย สัญลักษณ์ขึ้นมาหลังจากสิ้นสุดการวิจัยด้วย

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศ พบว่า ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ คือ ครู ผู้ที่จะสามารถสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี การสื่อสารแนวความคิดที่ ชัดเจน และการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้ง การจำลองสถานการณ์ และการสร้าง ผลงานทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง จะสามารถเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้เป็นอย่างดี ปัจจัย ที่สำคัญอีกอย่าง คือ ตัวนักเรียนเอง ความตั้งใจเรียนสูง จะเป็นตัวส่งผ่านไป ยังการรับรู้ความสามารถ ของตนเอง นอกจากนี้ยัง พบว่า การอ่าน ยังมีอิทธิพลต่อการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แต่หากมีอคติต่อการอ่าน จะมี ความสัมพันธ์ทางลบกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ อีกทั้ง สภาพแวดล้อม ในห้องเรียน ความมีระเบียบ วินัย ยังมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอีกด้วย

#### 2.9.2.2 งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ

Musa (2012, p. 39) ได้ทำการวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ (PJBL) เพื่อ ปลูกฝังทักษะในศตวรรษที่ 21 ในสถานที่ทำงาน โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อระบุ ทักษะที่ เกี่ยวข้องในศตวรรษที่ 21 ที่ได้ในระหว่างการทำโครงการ 2) เพื่อขยายการจัดการเรียนรู้



แบบ โครงการงานให้มีมากขึ้นในศตวรรษที่ 21 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา 29 คนที่อยู่ในหลักสูตรการสื่อสาร ในสถานที่ทำงาน ประกอบด้วยนักศึกษาชั้นปีที่ 2 จากคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีนวัตกรรมที่ใช้ คือ การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ผลการวิจัยพบว่า มีองค์ประกอบ 5 ด้านที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ คือ 1) ด้านการทำงานเป็นทีม นักศึกษาประสบความสำเร็จในการทำงานเป็นทีม 2) ด้านการบริหารจัดการโครงการ นักศึกษาได้รับทักษะการอ่านที่เกี่ยวข้อง เช่น skimming และการสแกน การรวบรวมข้อมูล และระบุมุมมองที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่ดำเนินโดยกลุ่มของเขา 3) ทักษะการสื่อสาร นักเรียนได้รับประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาทักษะการสื่อสารของพวกเขา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเขียนอีเมลล์ทสรูปของผู้บริหารและรายงาน 4) ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล นักศึกษามากกว่าร้อยละ 30 ที่ไม่แน่ใจว่าสามารถพัฒนาทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลได้ อาจบอกได้ว่า พวกเขาไม่สามารถที่จะพัฒนาทักษะของพวกเขาขณะที่อยู่ในระหว่างการทำโครงการ อาจเป็น เพราะทักษะการใช้ภาษาที่จำกัดของพวกเขา เป็นผลให้นักศึกษามีปัญหาในการสื่อสารต่อหน้าใน อนาคต เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับเจ้าหน้าที่ในสถานที่ทำงาน ดังนั้นการปฏิบัติต่อไปจะต้องมีการให้ นักศึกษาที่จะช่วยให้พวกเขาได้รับทักษะที่จำเป็นในการตอบสนองความต้องการในศตวรรษที่ 21 5) ทักษะการแก้ปัญหา เห็นผลอย่างมีนัยยะสำคัญสูง 70% การทำโครงการนี้เปิดโอกาสให้ นักศึกษาแบ่งปันและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการมองหาทางออกที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่พบเจอ แต่ นักศึกษาบางคนต้องปรับปรุงทักษะนี้ เนื่องจากขาดการเข้าถึงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

Yun (2004, p. 438) ได้ทำการศึกษาวิจัยศึกษาสำหรับเด็กปฐมวัย โดยใช้วิธีการสอนแบบ โครงการงาน การศึกษาใช้การสังเกตเด็กวัย 4-6 ปี จำนวน 25 คน โดยสังเกตสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ตลอดภาคเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเด็กทำโครงการกลุ่ม และการใช้การสัมภาษณ์ครู และเด็กทั้งเป็นทางการและไม่เป็นทางการ ผลการศึกษาพบว่า บริบทของการมีปฏิสัมพันธ์ของเด็กสอดคล้องกัน ในด้านการประชุมทั้งชั้น งานกลุ่มของแต่ละบุคคล และงานกลุ่มที่ปฏิบัติโดยร่วมมือกัน แต่งานกลุ่มที่ปฏิบัติโดยร่วมมือกัน พบว่า เป็นที่นิยมมากที่สุด สำหรับวิจัยศึกษาที่เห็นได้ชัด ส่วนกิจกรรมที่ควบคู่กันไปของงานกลุ่มร่วมมือกันปฏิบัติ นั้น รวมอยู่ในกิจกรรมแบบเสริมกันในงานกลุ่มรายบุคคลกับ กิจกรรมของบริบททาง กิจกรรมรวมกัน ซึ่งได้แก่ ความสนใจส่วนบุคคลงานที่กระตือรือร้น และผลสัมฤทธิ์ของ งานกับเด็กปฐมวัยทำให้เด็กกระตือรือร้น และการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ที่มีความหมาย อาจจะทำให้เป็นสากลได้ตลอดชีวิตการเรียนในโรงเรียน

Trujillo (1998, p. 539) ได้ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเจตคติ ของนักเรียนที่มีต่อโครงการคณิตศาสตร์ เช่น ความวิตกกังวล ความสนใจ การนำเสนอ โครงการ ครูเพศ กรรมพันธุ์ เป็นต้น ผู้วิจัยสำรวจความคิดเห็นกับกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนจำนวน 304 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติทางบวกต่อโครงการ และความวิตกกังวลกับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อโครงการมีค่าสหสัมพันธ์ ทางบวก ซึ่งผลการวิจัยทั้งสองแบบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิคหลากหลายรูปแบบนำมาผสมผสานกัน ได้แก่ กระบวนการกลุ่ม การฝึกคิด การแก้ปัญหา การเน้นกระบวนการและการสอนแบบร่วมกันคิด การจัดการเรียนรู้แบบโครงการตั้งอยู่บนหลักการจัดการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนเลือกปัญหา ที่จะศึกษาด้วยตนเอง ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยนักเรียน เป็นผู้ลงมือ ปฏิบัติด้วยตนเอง พร้อมสรุปข้อค้นพบที่ได้ โดยมีครูคอยให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะ ซึ่งสอดคล้องกับ สะเต็มศึกษา ซึ่งครูสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญหน้ากับปัญหาและหาทางแก้ปัญหา

### 2.9.2.3 งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

Erdogan (2016, p. 2139-2154) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โครงการเป็นฐาน ว่าส่งผลต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างไร กลุ่ม ตัวอย่างคือนักเรียนจำนวน 565 คน จากโรงเรียนมัธยม 3 โรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐฯ โดยโรงเรียนแรกมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับสะเต็มศึกษาอย่างเข้มข้น โรงเรียนที่สองมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง และโรงเรียนที่สามแทบจะไม่มีกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับสะเต็ม ศึกษาเลย ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนแรกแตกต่างจาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่สองและสามอย่างมีนัยสำคัญ

Tseng(2013, p. 378) ได้ทำการศึกษาเรื่องทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) ในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ (PjBL) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทัศนคติในการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อสะเต็ม ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ

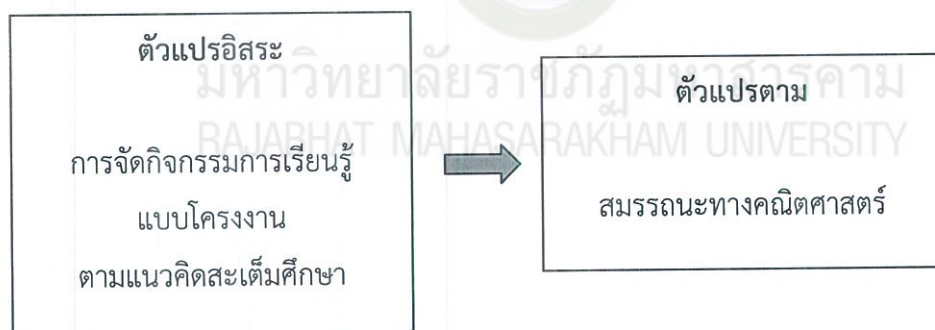
โครงการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่มีภูมิหลังด้านวิศวกรรมจากสถาบันเทคโนโลยีในไต้หวัน จำนวน 5 แห่ง รวม 30 คน โดยมีนวัตกรรมที่ใช้ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ในการ จัดการ เรียนรู้แบบโครงการ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบโครงการทำให้เกิดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็ม และ ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีการ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีรวมถึงการออกแบบเครื่องมือหรือนวัตกรรมต่างๆ ด้วยศาสตร์ด้าน วิศวกรรมศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ก่อนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม นักเรียนชอบวิชา เทคโนโลยี มากที่สุด ในขณะที่หลังเรียนนักเรียนชอบวิชาวิศวกรรมมากที่สุด และจากภาพรวมยัง พบว่านักเรียน มีทัศนคติต่อศาสตร์ต่างๆ ในสะเต็ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งหมด รวมทั้งจาก การใช้การจัดการ เรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็ม พบว่าวิชาที่นักเรียนชอบมากที่สุดไปยัง น้อยที่สุดตามลำดับ มีดังนี้ คือ วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ และยังพบว่าการจัดการเรียนรู้ แบบโครงการจะช่วยให้นักเรียนนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด มีสภาพปัญหาที่เหมือนกัน คือนักเรียนมี สมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ต่ำ มีระดับคุณภาพยังไม่ถึงเกณฑ์ เป้าหมายของมาตรฐานการ เรียนรู้ รวมทั้งไม่สามารถนำเอาความรู้มาใช้ในชีวิตประจำวันได้ และนักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะ กระบวนการที่สำคัญ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้อย่างเน้นแบบบรรยายและยึดผู้สอนเป็นศูนย์กลาง โดยมี การใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเพื่อแก้ไข ปัญหาดังกล่าว พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีสมรรถนะทาง คณิตศาสตร์สูงขึ้น และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ มีสมรรถนะทาง คณิตศาสตร์สูงขึ้น ที่สำคัญยังช่วยให้นักเรียนนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวันได้และพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

## 2.10 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ผู้วิจัยได้ศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552, น. 218-219) และศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานของ เจียมใจ บุญแสน (2536, น. 13) สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546, น. 86-87) และศึกษาแนวคิดสะเต็มศึกษาของ Robert (2013,p. 136) มีกรอบแนวคิดการวิจัย มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

- ขั้นที่ 1 กำหนดหัวข้อที่จะศึกษา (Topic)
- ขั้นที่ 2 จัดกิจกรรมหรือวิธีการ (Process)
- ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่กำหนด (Practices)
- ขั้นที่ 4 ชั้นประเมินผลและการสรุป (Summary)
- ขั้นที่ 5 นำเสนอ (Presentation)



ภาพที่ 2.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ  
โครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ได้ดำเนินการตามลำดับ  
ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล



#### 3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้าน  
กอกโคกวิทยา อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2562 จำนวน 21 คน

##### 3.1.1 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบการวิจัยก่อนมีแบบการวิจัยแบบทดลอง (Pre Experimental Design)  
ซึ่งมีแบบการวิจัยกลุ่มเดียวเก็บรวบรวมข้อมูลหลัง (One Group Pretest Posttest Design) (สุรวาท  
ทองบุ, 2550, น. 55) มีแบบการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 3.1 แบบการวิจัยกลุ่มเดียว การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังเรียน (One Group Pretest Posttest Design)

a	X	O <sub>2</sub>
สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง		
a	หมายถึง แบบการวิจัยเชิงทดลอง	
O <sub>2</sub>	หมายถึง การสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	
X	หมายถึง การให้สิ่งทดลอง (Treatment)	

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 10 แผน รวมจำนวน 27 ชั่วโมง ดังนี้

3.2.2 แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ

3.2.3 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง จำนวน 8 ข้อ

### 3.3 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย ขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.3.1 ลักษณะของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยจัดกิจกรรมตามสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยการจัดกิจกรรมได้ดำเนินการตามผลการเรียนรู้ (สสวท.) และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) โรงเรียนบ้านกอกโคกวิทยา

### 3.3.2 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิด สะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตาม  
แนวคิดสะเต็มศึกษา ตามขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาเอกสาร รายงานการวิจัย และตำราเกี่ยวกับการประเมินระดับนานาชาติ (PISA) และรูปแบบข้อสอบตามแนวการประเมินของ PISA และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของสถาบันรับรองสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย (The Mathematics Certification Institute of Thailand)

3.3.2.2 ศึกษามาตรฐาน/ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตร  
แกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3.3.2.3 วิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดให้ตรงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ ชั้น  
ประถมศึกษาตอนปลาย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น  
พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามกรอบการประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

#### ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะ ที่ทดสอบ
1. สมการและ การแก้สมการ	1. การแก้สมการคือการหาคำตอบของ สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากัน 2. การแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการทำได้ โดยวิเคราะห์โจทย์ที่กำหนด แล้ว เปลี่ยนเป็นประโยคสัญลักษณ์ และหา คำตอบของสมการโดยใช้สมบัติการ เท่ากันของการบวก การลบ การคูณ และการหารมาช่วยหาคำตอบ	1. นักเรียนสามารถ หาคำตอบและแสดง วิธีแก้สมการ เมื่อกำหนดโจทย์ ปัญหาให้	สมรรถนะที่ 8

(ต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะที่ทดสอบ
2. จำนวนนับ และตัวประกอบของจำนวนนับ	<p>1. ตัวประกอบของจำนวนนับใดก็คือจำนวนนับที่หารจำนวนนับนั้นได้ลงตัว</p> <p>2. จำนวนเฉพาะ หมายถึง จำนวนนับที่มีตัวประกอบเพียงสองตัว คือ 1 และจำนวนนับนั้น ตัวประกอบเฉพาะ หมายถึง ตัวประกอบที่เป็นจำนวนเฉพาะ</p> <p>3. จำนวนใดที่หารจำนวนสองจำนวนลงตัวทั้งคู่ เรียกว่า ตัวหารร่วมของจำนวนทั้งสอง</p> <p>4. ตัวหารร่วมที่มีค่ามากที่สุดของจำนวนตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไปเรียกว่า ตัวหารร่วมมากที่สุด ของจำนวนเหล่านั้น ใช้อักษรย่อ ห.ร.ม.</p> <p>5. ตัวคูณร่วมน้อยที่สุด คือ จำนวนนับที่น้อยที่สุดที่มีจำนวนตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไปหารลงตัว ใช้ อักษรย่อ ค.ร.น.</p>	<p>1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ทำคำตอบ และแสดงวิธีทำจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ได้</p>	สมรรถนะที่ 1

(ต่อ)



ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะที่ทดสอบ
3. เศษส่วนและการบวก การลบ การคูณ การหาร เศษส่วน	<p>1. การเปรียบเทียบเศษส่วน จะต้องทำส่วนของเศษส่วนเหล่านั้นให้เท่ากัน เปรียบเทียบกัน</p> <p>2. การบวกและการลบเศษส่วน ต้องทำตัวส่วนของเศษส่วนให้เท่ากัน แล้วนำตัวเศษของเศษส่วนมา บวก ลบกัน</p> <p>3. การคูณเศษส่วนด้วยเศษส่วน ให้นำตัวเศษคูณตัวเศษ ตัวส่วนคูณตัวส่วน แต่การหารจำนวนใด ๆ ด้วยเศษส่วน ให้นำจำนวนนั้นคูณกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหาร</p>	<p>1. นักเรียนสามารถหาคำตอบและแสดงวิธีทำจากโจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วนได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถหาคำตอบและแสดงวิธีทำจากโจทย์ปัญหาการคูณและการหารเศษส่วนได้</p>	สมรรถนะที่ 7
4. ทศนิยมและการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม	<p>1. การบวกและการลบทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง ใช้วิธีการตั้งหลักเลขและจุดทศนิยมให้ตรงกัน โดยใช้หลักการเช่นเดียวกันกับการบวกและการลบจำนวนนับ</p> <p>2. การคูณทศนิยมด้วยจำนวนนับ ผลคูณที่ได้จะเป็นทศนิยมที่มีจำนวนตำแหน่งเท่ากับจำนวน ตำแหน่งของทศนิยมที่กำหนดให้</p> <p>ผลคูณของทศนิยมกับทศนิยม เหมือนกันกับการคูณจำนวนนับแต่ต้องใส่จุดทศนิยม ซึ่งตำแหน่ง ของทศนิยม</p>	<p>1. นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำและหาคำตอบโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ และการหารทศนิยมที่มีผลลัพธ์เป็นทศนิยม ไม่เกินสามตำแหน่งได้</p>	สมรรถนะที่ 3

(ต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะที่ทดสอบ
	<p>ใส่จุดทศนิยม ซึ่งตำแหน่ง ของทศนิยมของผลคูณจะเท่ากับผลบวกของจำนวนตำแหน่งของทศนิยมทั้งสองที่นำมาคูณกัน</p> <p>3. การหารทศนิยมเมื่อตัวหารเป็นทศนิยม อาจใช้ความรู้เรื่องเศษส่วนหรือการคูณด้วยพหุคูณ ของ 10 มาช่วยในการหารทศนิยม</p>		
5. รูปสี่เหลี่ยม	<p>1. รูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกัน แต่มีมุมภายใน 4 มุมเหมือนกัน และเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมต่างชนิดกันจะมีทั้งสมบัติที่เหมือนกันและต่างกัน</p>	<p>1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะและจำแนกชนิดของรูปสี่เหลี่ยมได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถบอกสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆ ได้</p>	สมรรถนะที่ 2

(ต่อ)

## ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะที่ทดสอบ
6. รูปเรขาคณิตสามมิติ	1. รูปเรขาคณิตสามมิติมีส่วนประกอบเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติหลายรูป รูปเรขาคณิตสามมิติจำแนกออกได้หลายชนิด	1. นักเรียนสามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติได้	สมรรถนะที่ 5 สมรรถนะที่ 6
7. ร้อยละ	1. ข้อความที่แสดงความเกี่ยวข้องกันของปริมาณสองปริมาณเรียกว่า อัตรา 2. อัตราส่วนใช้เขียนแทนอัตราและแทนการเปรียบเทียบ 3. เมื่อคูณแต่ละจำนวนใดในอัตราส่วนด้วยจำนวนเดียวกัน โดยที่จำนวนนั้นไม่เท่ากับศูนย์ จะได้อัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วนเดิม 4. เมื่อหารแต่ละจำนวนในอัตราส่วนใดด้วยจำนวนเดียวกัน โดยที่จำนวนนั้นไม่เท่ากับศูนย์ จะได้อัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วนเดิม	1. นักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนแทนอัตราและแทนการเปรียบเทียบ 2. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้	สมรรถนะที่ 4

3.3.2.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อกำหนดกรอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์แบบโครงงาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3.3.2.5 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยแผนจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 10 แผน ใช้เวลาในการเรียน 27 ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม จำนวน 3 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมการและแบบรูป จำนวน 3 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมการและการแก้สมการ จำนวน 3 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง จำนวนนับ จำนวน 3 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ร้อยละ จำนวน 2 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง เศษส่วนและการบวก ลบเศษส่วน จำนวน 3

ชั่วโมง

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การคูณและหารเศษส่วน จำนวน 3 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ทศนิยมและการบวก ลบทศนิยม จำนวน 2

ชั่วโมง

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง การคูณและหารทศนิยม จำนวน 2 ชั่วโมง

3.3.2.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำในส่วนที่ยังบกพร่องอยู่และนำมาปรับปรุงแก้ไข

ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เป็นดังนี้

1. ควรปรับแก้ในประเด็นของ สถานการณ์ที่ใช้ เพราะบางสถานการณ์ยังไม่สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน

2. ควรปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้ในประเด็นของสถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพราะบางสถานการณ์ยังไม่สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน

3.3.2.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ด้านเนื้อหา ภาษา ตลอดจนการวัดและประเมินผล แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพยชาติ วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก ปร.ด. (คณิตศาสตร์) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสะเต็มศึกษา
2. อาจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก ปร.ด. (คณิตศาสตร์ประยุกต์) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์
3. อาจารย์ ดร.นิตยา จันตะคุณ วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก ปร.ด. (สถิติประยุกต์) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสถิติและประเมินผล

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เป็นดังนี้

1. ควรปรับแก้ข้อความที่ใช้ ให้มีความกระชับและง่ายต่อการเข้าใจ รวมถึงให้ปรับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น
2. ควรปรับแก้เวลาของแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ให้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมในแต่ละขั้น และให้ปรับความเหมาะสมของแบบฝึกหัดท้ายแผนการเรียนรู้ให้ มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้มากขึ้นด้วย

3.3.2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมกับแบบประเมิน ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้นั้น มีลักษณะการประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของ ลิเคอร์ต (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541, น. 95-100)

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

โดยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ เป็นดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมการและแบบรูป ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมการและการแก้สมการ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง จำนวนนับ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง เศษส่วนและการบวก ลบเศษส่วน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ

4.50

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การคูณและหารเศษส่วน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ทศนิยมและการบวก ลบทศนิยม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ

4.55

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง การคูณและหารทศนิยม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47  
 โดยภาพรวมแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48

3.3.2.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

### 3.3.3 แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาวิธีการสร้างและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน

3.3.3.2 ศึกษาค้นคว้าเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัย

3.3.3.4 สร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างเพื่อไว้ 16 ข้อ และใช้จริง 8 ข้อ

ตารางที่ 3.3 จำนวนข้อสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์จำแนกตามเกณฑ์ต่าง ๆ

	จำนวนข้อสอบที่ต้องการคำตอบแบบต่างๆ (ข้อ)				
	ข้อสอบ	ข้อสอบ	เลือกตอบ	เลือกตอบ	เขียนตอบสั้นๆ
	ทั้งหมด	ใช้จริง	ธรรมดา	เชิงซ้อน	แบบอัตร้อย
สมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล	2	1	1	-	-
สมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง	2	1	-	-	1
สมรรถนะที่ การสื่อสาร					
สมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ	2	1	-	-	1
สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา	2	1	-	1	-
สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน	2	1	1	-	-
สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ภาษา และการดำเนินการ	2	1	-	1	-
สมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ	2	1	-	-	1
รวม	16	8	2	2	4

### ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

(สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2562, น. 2-3)

รูปแบบข้อสอบ	ข้อที่		คะแนน	รวมคะแนน
แบบเลือกตอบ	1	สมรรถนะที่ 1	4 คะแนน	4 คะแนน
	3	สมรรถนะที่ 3	4 คะแนน	4 คะแนน
	6	สมรรถนะที่ 6	4 คะแนน	4 คะแนน
แบบเชิงซ้อน	5	สมรรถนะที่ 5	ข้อย่อยละ 1 คะแนน	4 คะแนน
	7	สมรรถนะที่ 7	ข้อย่อยละ 1 คะแนน	4 คะแนน
แบบเขียนตอบ	2	สมรรถนะที่ 2	4 คะแนน	4 คะแนน
	4	สมรรถนะที่ 4	4 คะแนน	4 คะแนน
	8	สมรรถนะที่ 8	4 คะแนน	4 คะแนน
รวม				32 คะแนน

3.3.3.5 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมในข้อคำถามต่างๆ ความชัดเจนด้านภาษา และนำมาปรับปรุงแก้ไข

ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เป็นดังนี้

1. ปรับข้อความและสถานการณ์ ตลอดจน จำนวนข้อที่ใช้คำนวณในข้อสอบ ให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียน โรงเรียนบ้านกอกโคกวิทยา
2. ควรเลือกข้อสอบที่มีเนื้อหาคล้ายกับหลักสูตรของโรงเรียน และเลือกสถานการณ์บริบทที่นักเรียนคุ้นเคย โจทย์ ปัญหาที่เลือกควรเป็นโจทย์ปัญหาที่ไม่ยาก และไม่ซับซ้อนเกินความสามารถของนักเรียน

3.3.3.6 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางทางคณิตศาสตร์ ที่ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา สลิตติ การวัดและการประเมินผล แล้วคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ



ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เป็นดังนี้

1. ข้อสอบบางข้อ โจทย์ยังซับซ้อนและยากที่จะทำความเข้าใจ เช่น ด้านความชัดเจนของการเขียนข้อความและตัวเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมไปถึงให้ปรับแก้จำนวนข้อสอบให้ เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย

2. ควรเลือกข้อสอบที่มีข้อ และเนื้อหาที่ ใกล้เคียงกัน เพื่อลดจำนวนข้อสอบ ควรเลือกเนื้อหาเกี่ยวข้องกับบริบทใกล้ตัวนักเรียนให้ มากที่สุด

3.3.3.7 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์ (Item – Objective Congruence Index : IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

3.3.3.8 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 262-263) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่าได้ข้อสอบที่มีค่า IOC เท่ากับ 1 ทั้งหมดจำนวน 16 ข้อ

3.3.3.9 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปได้ ได้แบบทดสอบสมรรถนะทางทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ ไปทำการทดสอบหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น โดยนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านจิก อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งมีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย

3.3.3.10 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เป็นรายข้อตามสูตร ของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 292-293) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.2 - 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.2 - 1.0 จึงถือว่าข้อสอบใช้ได้

3.3.3.11 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สัมประสิทธิ์และแอลฟาของครอนบัค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.7 ขึ้นไปจะถือว่าข้อสอบใช้ได้ จำนวน 16 ข้อ ใช้จริงจำนวน 8 ข้อ

3.3.3.12 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

### 3.3.4 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.4.1 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

3.3.4.2 กำหนดประเด็นหลักและประเด็นย่อยของการสัมภาษณ์ พร้อมทั้งกำหนดกรอบของคำถามในแต่ละประเด็น สำหรับการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก (In – Depth Interview) เพื่อจะได้ทราบถึงลักษณะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3.3.4.3 สร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.3.4.4 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เป็นดังนี้

1. ให้นำประเด็นที่เป็นปัญหาอันเกิดจากการทำแบบทดสอบ พบจากการทำแบบทดสอบของกลุ่มเป้าหมายมาใช้เป็นข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้มากที่สุด เนื่องจากเป็นการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ให้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาเพื่อกำหนดข้อคำถามที่สำคัญไว้ด้วย นอกเหนือจากที่พบในการทำแบบทดสอบของกลุ่มเป้าหมาย

2. ควรใช้คำถามให้มีความเข้าใจง่ายขึ้น

3.3.4.5 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 3 ท่าน เพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างแล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เป็นดังนี้

1. ควรถามประเด็นปัญหาที่พบจากการทำแบบทดสอบ เพื่อหาสาเหตุของปัญหา อันจะนำไปสู่การหาแนวทางการแก้ไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ควรใช้ภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย ตรงประเด็น และชัดเจน

3.3.4.6 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

### 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของ การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มี ขั้นตอนดังนี้

3.4.1 ขอนหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อขออนุญาต ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านกอกโคกวิทยา ในการเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1/2562

3.4.2 ดำเนินการในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น 2 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กับกลุ่มเป้าหมาย ตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ระยะที่ 2 ทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงาน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบธรรมดา เลือกตอบเชิงซ้อน และเขียนตอบสั้นๆหรือแบบ อัตนัย จำนวน 8 ข้อ กับกลุ่มเป้าหมาย หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนที่ 10

3.4.3 นำข้อมูลในระยะที่ 1 และ 2 มาวิเคราะห์

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ทำได้ดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

การวิเคราะห์คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้มี ลักษณะการประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของ ลิเคอร์ท (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ

การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือผู้วิจัยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หาค่าความยากของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ค่าอำนาจ

จำแนกของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

### 3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลการทำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์โดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความยาก ความเชื่อมั่น อำนาจจำแนก ใช้การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) การบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) และการวิเคราะห์สมรรถนะคณิตศาสตร์หลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้สถิติทดสอบ t-test (One Simple t-test)

### 3.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ การสัมภาษณ์เชิงลึก เกี่ยวกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนการสัมภาษณ์เชิงลึก คือผู้วิจัยจะสังเกตคำสำคัญที่กลุ่มเป้าหมายพูดและจะวิเคราะห์ว่ากลุ่มคำพูดใดที่แสดงถึงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) ซึ่งถ้านักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายไม่สามารถแสดงออกถึงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ว่าเพราะเหตุใด นักเรียนถึงล้มเหลวในการอธิบายถึงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

### 3.5.4 เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ของ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 94) ซึ่งได้พิจารณาเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

## 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.6.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 51-57)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3-1)$$

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum_{i=1}^n X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนทุกตัวในกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่ม

3.6.1.2 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 51-57)

$$P = \frac{f}{\dots} \times 100 \quad (3-2)$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	F	แทน	ค่าความถี่
	N	แทน	จำนวนทั้งหมด

3.6.1.3 วิเคราะห์หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 51-57)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n - 1)}} \quad (3-3)$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	N	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มนั้น

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่

3.6.2.1 วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ กับจุดประสงค์กิจกรรม โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง IOC ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2552, น. 257)

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

เมื่อ	$IOC$	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	$R_i$	แทน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum_{i=1}^n R_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	$N$	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
	โดยที่ สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
	ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
	ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	1

### 3.6.2.2 ค่าความยาก ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ด้วยสูตร

(Scannell and Tracy, 1975, p. 223) ดัชนีค่าความยาก

$$\text{ดัชนีค่าความยาก } P_E = \frac{S_U + S_L - (2N)(X_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3-5)$$

เมื่อ	$P_E$	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	$S_U$	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ
	$S_L$	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ
	$N$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

3.6.2.3 หาค่าความยากของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (ไพศาล  
วรคำ, 2561, น. 298) ดังนี้

$$\text{ดัชนีค่าความยาก } p = \frac{f}{n} \quad (3-6)$$

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

3.6.2.4 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (ไพศาล วรคำ,  
2561, น. 300-301) ดังนี้

$$r = \frac{2(f_H - f_L)}{n} \quad (3-7)$$

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

3.6.2.5 ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ คำนวณจาก  
สูตร (Scan Nell and Tracy, 1975, p. 228)

$$\text{ดัชนีค่าอำนาจจำแนก } D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3-8)$$

เมื่อ	$D$	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	$S_U$	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ
	$S_L$	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ
	$N$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักศึกษาทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักศึกษาทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

3.6.2.6 การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยหา สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ไพศาล วรรคำ, 2554, น. 282)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right) \quad (3-9)$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ทั้งฉบับ
	$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
	$s_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบสมรรถนะทาง คณิตศาสตร์ ในแต่ละข้อ
	$s_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบสมรรถนะทาง คณิตศาสตร์ ทั้งฉบับ

3.6.2.7 เปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เทียบกับเกณฑ์ โดยใช้สถิติทดสอบ t – test (One Simple t – test) (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554, น. 356 )



$$t = \frac{\bar{\mu} - \mu_0}{\frac{s_D}{\sqrt{n}}} ; \quad df = n - 1 \quad (3-10)$$

- เมื่อ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง  
แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
แทน เกณฑ์ที่คาดหวัง/มาตรฐาน  
แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยเรื่องการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตามลำดับดังนี้

ผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

1. ผลการวิเคราะห์ความถี่ของนักเรียนที่ผ่านสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำแนกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

2. ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 และจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70

4.1 ผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ความถี่ของนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำแนกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยใช้เกณฑ์การ (สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2562, น. 2-3) ผลการวิเคราะห์

การทำแบบทดสอบของนักเรียน 21 คน จำนวน 8 ข้อ ปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความถนัดของนักเรียนที่ผ่านสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำแนกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	ความถนัดของนักเรียน ที่ผ่านสมรรถนะทาง คณิตศาสตร์	ร้อยละ	ลำดับที่
สมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning)	18	85.71	2
สมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation)	14	66.67	6
สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (Communication)	16	76.19	4
สมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ (Modeling)	15	71.43	5
สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving)	10	60.71	7
สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation)	17	80.95	3
สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการ ดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation)	19	86.90	1
สมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools)	12	57.14	8

หมายเหตุ นักเรียน 1 คน สามารถมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ได้มากกว่า 1 สมรรถนะ ทำให้ผลรวมของความถนัด เป็น 121

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความถนัดของนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เรียงตามความสามารถในการใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์สูงไปต่ำ คือ สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic ,Language and Operation) คิดเป็นร้อยละ 86.90 สมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning) คิดเป็นร้อยละ 85.71 สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) ร้อยละ 80.95 สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (Communication) คิดเป็นร้อยละ 76.19 สมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ (Modeling) คิดเป็นร้อยละ 71.43 สมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) คิดเป็นร้อยละ 66.67 สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) คิดเป็นร้อยละ 60.71 สมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools) คิดเป็นร้อยละ 57.14

4.1.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 และจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70

จากการวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 และจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 นำเสนอผลการวิเคราะห์ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ และจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์หลังเรียน

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์หลังเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์หลังเรียน	ร้อยละ
สมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning)	18	85.71	3	14.29
สมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation)	14	66.67	7	33.33
สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (Communication)	16	76.19	5	23.81
สมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ (Modeling)	15	71.43	6	28.57
สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving)	10	60.71	11	39.29
สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation)	17	80.95	4	19.05
สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation)	19	86.90	2	13.1
สมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools)	12	57.14	9	42.86

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ มีสมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning) สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (Communication) สมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ (Modeling) สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) และสมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation) และจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์หลังเรียน มีสมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) และสมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools)

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบ t-test (One Simple t - test)

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	s	df	t	p-value
หลังเรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	21	23.43	9.92	20	2.14*	0.000

\*มีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ที่ .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.21 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์กับคะแนนหลังเรียนของนักเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### 4.1.3 ผลการสัมภาษณ์เชิงลึก


จากการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายจำนวน 21 คน ที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 8 สมรรถนะ โดยการวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการสัมภาษณ์เชิงลึกมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### สมรรถนะที่ 1 การคิดและการใช้เหตุผล (Thinking and Reasoning)

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการตั้งคำถาม รู้คำตอบทางคณิตศาสตร์ บอกความแตกต่างของประโยค (statements) และความเข้าใจและการใช้ข้อจำกัดของคณิตศาสตร์ สามารถคิดและอธิบายได้อย่างถูกต้อง แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีสมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 1. ผลการทดสอบและตัวอย่างการสัมภาษณ์เชิงลึก

ร้านขายปุ๋ยติดราคาดังนี้



เดิมพ้อมีปุ๋ยอยู่ 15 กระสอบ  
พ้อมต้องใช้ปุ๋ย 21 กระสอบ ใส่ดินไม้ที่ปลูกไว้

จากข้อมูล พ้อมต้องจ่ายเงินเพื่อซื้อปุ๋ยเพิ่มกี่บาท

$$\begin{array}{r}
 21 \\
 - 15 \\
 \hline
 6 \\
 3 \text{ กระสอบ ราคา } 500 \\
 6 \text{ กระสอบ ราคา } 6 \times 500 \\
 \hline
 = 1000 \text{ บาท}
 \end{array}$$

ภาพที่ 4.1 ผลการทดสอบและตัวอย่างการสัมภาษณ์เชิงลึก

## 2. การสัมภาษณ์เชิงลึก

ผู้วิจัย : 21 ลบ 15 เท่ากับ 6 นั่นคืออะไร อธิบายครุหน้อยค่ะ

นักเรียน : อ้อ พ่อต้องเพิ่มปุ๋ย 6 กระสอบค่ะ

ผู้วิจัย : นักเรียนได้คำตอบมาอย่างไร หรือมีวิธีคิดอย่างไรค่ะ

นักเรียน : โจทย์บอกข้าง ๆ ว่า ปุ๋ย 3 กระสอบ ราคา 500 บาทค่ะ

แต่พ่อต้องเพิ่มอีก 6 กระสอบ

ดังนั้น 6 กระสอบ ก็ 1,000 บาทค่ะ

ผู้วิจัย : เก่งมากค่ะ

## 3. ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและจากงานเขียนของนักเรียนในตัวอย่างปุ๋ย พบว่านักเรียนมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ออก บอกสิ่งที่โจทย์ให้มาและทราบสิ่งที่โจทย์ถาม ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

## สมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation)

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียน พบว่า สาเหตุที่นักเรียนไม่มีความสามารถในสมรรถนะที่ 2 เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ไม่มีความรู้สึกถึงความจริง ไม่รู้ว่าอะไรเกิดขึ้นได้หรือไม่ได้ จึงส่งผลให้ตอบคำถามผิด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## 1. ผลการทดสอบและตัวอย่างการสัมภาษณ์เชิงลึก

## สมบัติของรูปสี่เหลี่ยม

1. เส้นทแยงมุม 2 เส้นตัดกัน ได้รูปสามเหลี่ยมที่มีพื้นที่เท่ากัน 4 รูป
2. เส้นทแยงมุมยาวไม่เท่ากัน แต่แบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน
3. เส้นทแยงมุม 2 เส้น ตัดกันเป็นมุมฉาก
4. ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน

จากข้อมูล รูปสี่เหลี่ยมนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด



จากข้อมูล รูปสี่เหลี่ยมนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด

ตอบ ..... สี่เหลี่ยม .....

#### ภาพที่ 4.2 รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

#### 2. การสัมภาษณ์เชิงลึก

ผู้วิจัย : ทำไมถึงตอบอย่างนี้

นักเรียน : ผมไม่รู้ครับ

ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีคิดอย่างไร

นักเรียน : ผมมองภาพไม่ออก ไม่เคยพบโจทย์แบบนี้มาก่อน

ผู้วิจัย : ได้คำตอบมาอย่างไร

นักเรียน : เดา ครับ

#### 3. ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและจากงานเขียนของนักเรียนในตัวอย่าง เรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม พบว่า นักเรียนมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ไม่ออก ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะปัญหาที่ไม่คุ้นเคย แม้ปัญหานั้นจะมีข้อมูลที่ชัดเจน

#### สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (Communication)

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การแก้ปัญหาบนพื้นฐานของหลักการคณิตศาสตร์ ทั้งในรูปของการเขียน และการอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีสมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (Communication) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการทดสอบและตัวอย่างการสัมภาษณ์เชิงลึก



ภาพที่ 4.3 ผลการทดสอบและตัวอย่างการสัมภาษณ์เชิงลึก

จากข้อมูล มะลิซื้อองุ่น 1.25 กิโลกรัม และ ส้ม 1.65 กิโลกรัม ต้องจ่ายเงินรวมกันกี่

บาท

วิธีทำ	องุ่น	ส้ม
	12	54
	125	165
	150	40
	000	000
	625	1320
	125	13200
	18750	
	58900 = 149.50 + 132	
	= 319.50 บาท	

ภาพที่ 4.4 ผลการทดสอบ

## 2. การสัมภาษณ์เชิงลึก

ผู้วิจัย : จากรูป โจทย์ให้อ่างน้ำกับส้มมา แล้วโจทย์บอกอะไรบ้าง

นักเรียน : โจทย์บอกว่า มะลิต้องการซื้ออ่างน้ำกับส้มค่ะ

ผู้วิจัย : นักเรียนได้คำตอบอย่างไร

นักเรียน : มะลิซื้ออ่างน้ำ 1.25 กิโลกรัม ซึ่งอ่างน้ำโลละ 150 บาท หนูเลยเอามาคูณค้ะเป็นเงิน 187.50 บาทค้ะ แล้วก็ซื้อส้ม ทำเหมือนกันกับซื้ออ่างน้ำค้ะ เอามา คูณ เป็นเงิน 132 บาทค้ะ

ผู้วิจัย : แล้วโจทย์ถามอะไร แล้วตอบได้ยังค้ะ

นักเรียน : โจทย์ถาม จ่ายรวมกัน เลยเอาเงินมาบวกกันค้ะ

ผู้วิจัย : เก่งมากค้ะ

## 2. ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและจากงานเขียนของนักเรียนในตัวอย่างการซื้ออ่างน้ำกับส้มพบว่า นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การแก้ปัญหาบนพื้นฐานของหลักการคณิตศาสตร์ ทั้งในรูปของการเขียน และการอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ เช่น คำว่ารวมกัน หมายถึง เอามาบวก และมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ออก บอกสิ่งที่โจทย์ให้มาและทราบสิ่งที่โจทย์ถาม ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

### สมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ (Modeling)

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในการแปลความเป็นจริงให้เข้าสู่โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารแนวคิดของตัวแบบและผล (รวมทั้งข้อจำกัด) การติดตามและควบคุมกระบวนการของการสร้างตัวแบบ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีสมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ (Modeling) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1. ผลการทดสอบและตัวอย่างการสัมภาษณ์เชิงลึก

4. พ่อมีที่ดิน 98 ไร่ แบ่งให้ลูกคนโต 35% ของที่ดินทั้งหมด และแบ่งให้ลูกคนเล็ก 10 ไร่ พ่อเหลือที่ดินกี่ไร่

จากข้อมูล แสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

ประโยคสัญลักษณ์ .....  $98 - \left( \frac{35}{100} \times 98 \right) - 40 = \square$

### ภาพที่ 4.5 ผลการทดสอบ

#### 2. การสัมภาษณ์เชิงลึก

ผู้วิจัย : จากโจทย์ ให้อะไรมาบ้าง

นักเรียน : โจทย์บอกว่าพ่อมีที่ดิน 98 ไร่ค่ะ

ผู้วิจัย : แล้วโจทย์อะไรมาอีก

นักเรียน : แบ่งให้ลูก 2 คนค่ะ คนโตกับคนเล็ก

ผู้วิจัย : นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

นักเรียน : แบ่งให้ลูก 2 คน แสดงว่าหักที่ดินออก คือลบ ค่ะคนโตหักออก 35%

คือ 35 ส่วน 100 ค่ะของ แปลว่า คุณ ค่ะ หนูเลย เอา 98 มาลบออก  $\frac{35}{100} \times 98$  ค่ะ

ผู้วิจัย : แล้วตอบได้ยังไงคะ

นักเรียน : เหลือลูกคนเล็ก แบ่งให้ คือ ลบค่ะ ก็เอามาลบอีก 40 ค่ะ

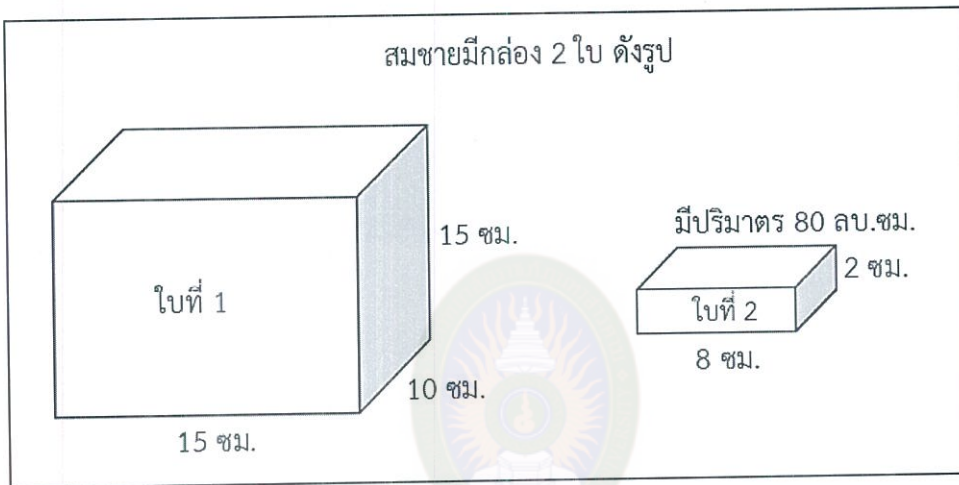
#### 3. ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและจากงานเขียนของนักเรียนในตัวอย่างการแบ่งที่ดิน พบว่า นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในการสามารถสื่อสารแนวคิดของตัวเองและผล (รวมทั้งข้อจำกัด) การติดตามและควบคุมกระบวนการของการสร้างตัวเอง โดยใช้การแก้ปัญหาบนพื้นฐานของหลักการคณิตศาสตร์ ในรูปของการเขียน และการอธิบาย เช่น คำว่า แบ่ง หมายถึง ลบ และของ หมายถึง คูณ และมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ได้ บอกสิ่งที่โจทย์ให้มาและทราบสิ่งที่โจทย์ถาม ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

### สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving)

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียน พบว่า สาเหตุที่นักเรียนไม่มีความสามารถในสมรรถนะที่ 5 เนื่องจากนักเรียนไม่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง เนื่องจากแก้สมการหาปริมาตรของกล่องไม่ถูกต้อง

#### 1. ผลการทดสอบและตัวอย่างการสัมภาษณ์เชิงลึก



ภาพที่ 4.6 ผลการทดสอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

พิจารณาความสอดคล้องของข้อความที่กำหนดให้กับข้อมูลข้างต้นว่าเป็นจริงหรือไม่

ถ้าเป็นจริงให้ระบายในวงกลม ① ได้คำว่า “ใช่” ถ้าไม่เป็นจริงให้ระบายในวงกลม ②

ได้คำว่า “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อย่อย

ข้อ	ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
5.1	กล่องใบที่ 1 มีความกว้างเป็นสองเท่าของกล่องใบที่ 2	①	②
5.2	กล่องใบที่ 1 มีปริมาตร 2,250 ลบ.ซม.	①	②
5.3	กล่องใบที่ 2 มีความกว้าง 8 ซม.	①	②
5.4	สามารถนำกล่องใบที่ 2 จำนวน 30 กล่อง ใส่ลงในกล่องใบที่ 1 ได้พอดี	①	②

ข้อ	ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
5.1	กล่องใบที่ 1 มีความกว้างเป็นสองเท่าของกล่องใบที่ 2	Ⓐ	Ⓑ
5.2	กล่องใบที่ 1 มีปริมาตร 2,250 ลบ.ซม.	Ⓐ	Ⓑ
5.3	กล่องใบที่ 2 มีความกว้าง 8 ซม.	Ⓐ	Ⓑ
5.4	สามารถนำกล่องใบที่ 2 จำนวน 30 กล่อง ใส่ลงในกล่องใบที่ 1 ได้พอดี	Ⓐ	Ⓑ

#### ภาพที่ 4.7 ผลการทดสอบ

##### 2. การสัมภาษณ์เชิงลึก

ผู้วิจัย : หาความกว้างของใบที่ 2 ได้ไหมคะ

นักเรียน : ไม่ได้ครับ หาไม่เป็น ครับ

##### 2. ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์

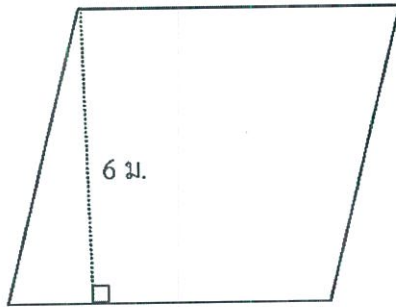
จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและจากงานเขียนของนักเรียนในตัวอย่าง เรื่องการหาปริมาตรสี่เหลี่ยมมุมฉาก พบว่า นักเรียนไม่สามารถทำได้เพราะลืมสูตรวิธีการคำนวณปริมาตรของกล่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะปัญหาที่ซับซ้อนเนื่องจากการแก้สมการ

##### สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation)

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในการ แปลความ และตีความ และการแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) ที่ให้สอดคล้องกับสถานการณ์และจุดประสงค์ได้ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีสมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

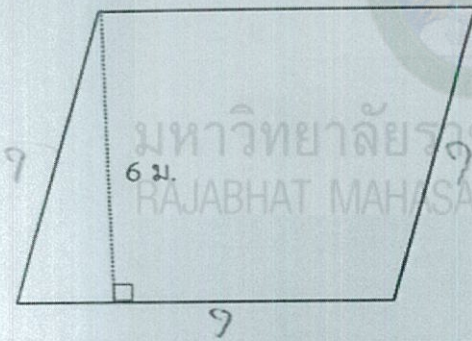
## 1. ผลการทดสอบและตัวอย่างการสัมภาษณ์เชิงลึก

6. ร้านค้าต้องการหาสี่เหลี่ยมรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ที่มีพื้นที่ 42 ตารางเมตร และมีความสูง 6 เมตร ดังภาพ



จากข้อมูล ผนัง มีความยาวรอบรูปกี่เมตร

ร้านค้าต้องการหาสี่เหลี่ยมรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ที่มีพื้นที่ 42 ตารางเมตร  
? และมีความสูง 6 เมตร ดังภาพ



$$\text{พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน} = \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

$$42 = 7 \times 6$$

$$= 42$$

$$7 = 7$$

$$\text{ความยาวรอบรูป} = 28$$

## 2. การสัมภาษณ์เชิงลึก

ผู้วิจัย : จากโจทย์ ให้อะไรมาบ้าง

นักเรียน : โจทย์ให้พื้นที่สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมาครับ

ผู้วิจัย : แล้วทำไมเขียนสูตร สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนล่ะคะ

นักเรียน : ยืม ๆ ผมครับ

ผู้วิจัย : จากรูป โจทย์ให้อะไรอีกไหมคะ

นักเรียน : ให้ความสูงมาครับ

ผู้วิจัย : แล้วข้อนี้คิดได้อย่างไร

นักเรียน : โจทย์บอกว่าพื้นที่ ผมเลยคิดจากสูตรพื้นที่ขนมเปียกปูนครับ

ผู้วิจัย : แล้วมีแนวคิดอย่างไร

นักเรียน : พื้นที่โจทย์ให้ 42 ตารางเมตร สูงให้มา 6 เมตรครับ

ผมก็ใส่ตามสูตร 6 คูณ 7 ได้ 42 ครับ ผมเลยได้ฐาน 7 เมตรครับ

ผู้วิจัย : แล้วตอบได้ยังไงคะ

นักเรียน : ครับ ขนมเปียกปูนยาวเท่ากัน ทั้ง 4 ด้าน

เป็น 7 บวกกัน 4 ครั้งครับ ได้ 28 เมตร ครับ

## 3. ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและจากงานเขียนของนักเรียนในตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน พบว่า นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในการแปลความ และตีความในรูปของการเขียนอธิบาย สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนได้ และมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ได้ บอกสิ่งที่โจทย์ให้มาและทราบสิ่งที่โจทย์ถาม ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

**สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation)**

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในการตีความสัญลักษณ์ ภาษาคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีสมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



## 1. ผลการทดสอบและตัวอย่างการสัมภาษณ์เชิงลึก

พลอยต้องการทำเค้กวันเกิดให้คุณแม่ โดยเตรียมส่วนผสมและวัตถุดิบ ดังภาพ

แป้ง  $\frac{11}{15}$  กิโลกรัม

เนย  $\frac{1}{5}$  กิโลกรัม

ผงฟู  $\frac{1}{15}$  กิโลกรัม

น้ำตาล  $\frac{3}{5}$  กิโลกรัม

ไข่ 2 ฟอง

ภาพที่ 4.9 ผลการทดสอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

พิจารณาความสอดคล้องของข้อความที่กำหนดให้กับข้อมูลข้างต้นว่าเป็นจริงหรือไม่

ถ้าเป็นจริงให้ระบายในวงกลม ① ใต้คำว่า “ใช่” ถ้าไม่เป็นจริงให้ระบายในวงกลม ②

ใต้คำว่า “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อย่อย

ข้อ	ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
7.1	แป้ง มากกว่า น้ำตาล อยู่ $\frac{11}{15}$ กิโลกรัม	①	②
7.2	ถ้าเพิ่มเนยเป็น 2 เท่า จะมากกว่า ผงฟู อยู่ $\frac{4}{15}$ กิโลกรัม	①	②
7.3	ถาลดแป้งลงครึ่งหนึ่ง จะเท่ากับ 2 เท่าของเนย	①	②
7.4	น้ำตาล มากกว่า ผงฟู อยู่ $\frac{8}{15}$ กิโลกรัม	①	②

## 2. ผลการทดสอบและตัวอย่างการสัมภาษณ์เชิงลึก

ข้อ	ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
7.1	แป้ง มากกว่า น้ำตาล อยู่ $\frac{2}{15}$ กิโลกรัม	①	②
7.2	ถ้าเพิ่มเนยเป็น 2 เท่า จะมากกว่า ผงฟู อยู่ $\frac{4}{15}$ กิโลกรัม	①	②
7.3	ถ้าลดแป้งลงครึ่งหนึ่ง จะเท่ากับ 2 เท่าของเนย	①	②
7.4	น้ำตาล มากกว่า ผงฟู อยู่ $\frac{8}{15}$ กิโลกรัม	①	②

7.1

$$\frac{19}{15} - \frac{2 \times 3}{5 \times 3} = \frac{9}{15}$$

$$\frac{19}{15} - \frac{9}{15} = \frac{2}{15}$$

7.2

$$\frac{1}{5} \times 2 = \frac{2}{5} - \frac{1}{15}$$

$$= \frac{2 \times 3}{5 \times 3} - \frac{1}{15}$$

$$= \frac{6}{15} - \frac{1}{15} = \frac{5}{15}$$

$$= \frac{5}{15} \text{ หรือ } \frac{1}{3}$$

7.3

$$\frac{11}{15} \times \frac{1}{2} = \frac{11}{30}$$

$$2 \times \frac{1}{5} = \frac{2}{5} \times 6$$

$$= \frac{12}{30}$$

7.4

$$\frac{3}{5} \times 3 = \frac{9}{5}$$

$$= \frac{9}{5} - \frac{1}{5}$$

$$= \frac{8}{5}$$

### 3. การสัมภาษณ์เชิงลึก

ผู้วิจัย : จากโจทย์ ให้อะไรมาบ้าง

นักเรียน : ให้ส่วนผสมของการทำเค้กตามรูปค่ะ

ผู้วิจัย : ข้อ 22.1 ทำไมตอบว่า ใช่ ค่ะ

นักเรียน : แป้งมากกว่าน้ำตาล อยู่ 2 ส่วน 15 ค่ะ

เลยเอาแป้งตั้ง ลบ ออกด้วยน้ำตาลค่ะ เหลือ 2 ส่วน 15 จริงค่ะ

ผู้วิจัย : ข้อ 22.2 ละ หาได้อย่างไร

นักเรียน : คิดคล้ายข้อ 22.1 เลยค่ะ โจทย์บอกเพิ่มเนย 2 เท่า คือ คุณเนย

ด้วย 2 ค่ะแล้วลบออกจากผงฟู 1 ส่วน 15 ค่ะ จะเหลือ 5 ส่วน 15 แต่โจทย์บอก 4 ส่วน 15 เลยตอบไม่ใช่ค่ะ

ผู้วิจัย : ข้ออื่นที่เหลือก็ทำถูก มีวิธีคิดอย่างไร

นักเรียน : คิดคล้ายกันทั้ง 4 ข้อย่อยเลยค่ะ

### 3. ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและจากงานเขียนของนักเรียนในตัวอย่างการทำเค้กพบว่า นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในตีความสัญลักษณ์ ภาษาคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้ อธิบายและมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ได้ บอกสิ่งที่โจทย์ให้มาและทราบสิ่งที่โจทย์ถาม ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

### สมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools)

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียน พบว่า สาเหตุที่นักเรียนไม่มีความสามารถในสมรรถนะที่ 8 เนื่องจากนักเรียนวิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ และไม่วิเคราะห์ถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ การตีความภาษาทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง

#### 1. ผลการทดสอบและตัวอย่างการสัมภาษณ์เชิงลึก

◦ ถังใบหนึ่งมีน้ำมันอยู่  $\frac{3}{5}$  ของความจุของถัง เมื่อวางน้ำมันจากถังออกไป 11 ลิตร พบว่ามีน้ำมันเหลืออยู่  $\frac{11}{25}$  ของความจุของถัง ถังใบนี้มีความจุกี่ลิตร

ตอบ  $\frac{3}{5} - 40 = \frac{11}{25}$   
 $= 128$  ลิตร

#### 2. การสัมภาษณ์เชิงลึก

ผู้วิจัย : ทำไมถึงตอบอย่างนี้

นักเรียน : ไม่เข้าใจว่าความจุของถังคืออะไรครับ

ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีคิดอย่างไร

นักเรียน : ผมทำตามที่โจทย์บอก แต่กึ่ง ไม่เข้าใจ หรือว่าโจทย์ผิดครับ

ให้มาไม่ครบ

ผู้วิจัย : โจทย์ไม่ผิดนะคะ แล้วได้คำตอบมาอย่างไร

นักเรียน : คิดมั่วๆ ครับ

#### 2. ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและจากงานเขียนของนักเรียนในตัวอย่าง เรื่องความจุของถัง พบว่า นักเรียนมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ไม่ออก ไม่เข้าใจโจทย์ ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และคิดว่าโจทย์ปัญหาข้อนี้ผิดและให้มาไม่ครบ เนื่องจากนักเรียนวิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ การตีความภาษาทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ การวิจัยเรื่องการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตามลำดับดังนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุป

ผลการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 สรุปผลการวิจัย ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 เรียงตามความสามารถในการใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์สูงไปต่ำ คือ สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation) สมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning) สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (Communication) สมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ (Modeling) สมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง

(Argumentation) สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) สมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools) ซึ่งจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 มีสมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning) สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (Communication) สมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ (Modeling) สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) และสมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation) และจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 มีสมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) และ สมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools)

#### 5.1.2 ผลการสัมภาษณ์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

สมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning) จากการสัมภาษณ์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ออก บอกสิ่งที่โจทย์ให้มาและทราบสิ่งที่โจทย์ถาม ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

สมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) จากการสัมภาษณ์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ไม่ออก ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะปัญหาที่ไม่คุ้นเคย แม้ปัญหานั้นจะมีข้อมูลที่ชัดเจน

สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (Communication) จากการสัมภาษณ์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้การแก้ปัญหบนพื้นฐานของหลักการคณิตศาสตร์ ทั้งในรูปของการเขียน และการอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ เช่น คำว่ารวมกัน หมายถึง เอามาบวก และมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ออก บอกสิ่งที่โจทย์ให้มาและทราบสิ่งที่โจทย์ถาม ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

สมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ (Modeling) จากการสัมภาษณ์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในการสื่อสารแนวคิดของตัวแบบและผล (รวมทั้งข้อจำกัด) การติดตามและควบคุมกระบวนการของการสร้างตัวแบบ โดยการใช้การแก้ปัญหบนพื้นฐานของหลักการคณิตศาสตร์ ในรูปของการเขียน และการอธิบาย เช่น คำว่า แบ่ง หมายถึง ลบ และ ของ

หมายถึง คุณ และมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ได้ บอกสิ่งที่โจทย์ให้มาและทราบสิ่งที่โจทย์ถาม ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) จากการสัมภาษณ์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนไม่สามารถทำได้เพราะลืมนสูตรวิธีการคำนวณปริมาตรของกล่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ โดยเฉพาะปัญหาที่ซับซ้อนเนื่องจากการแก้สมการ

สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) จากการสัมภาษณ์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในการแปลความ และตีความในรูปของการเขียน อธิบายสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนได้ และมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ได้ บอกสิ่งที่โจทย์ให้มา และทราบสิ่งที่โจทย์ถาม ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation) จากการสัมภาษณ์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในตีความสัญลักษณ์ ภาษาคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้ อธิบายและมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ได้ บอกสิ่งที่โจทย์ให้มาและทราบสิ่งที่โจทย์ถาม ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

สมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools) จากการสัมภาษณ์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมองภาพที่สถานการณ์กำหนดให้ไม่ออก ไม่เข้าใจโจทย์ ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และคิดว่าโจทย์ปัญหาข้อนี้ผิดและให้มาไม่ครบ เนื่องจากนักเรียนวิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ การตีความภาษาทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง

## 5.2 อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัย เรื่องการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยขออภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

5.2.1 ผลการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

จากผลการวิจัย พบว่า การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เรียงตามความสามารถในการใช้สมรรถนะทางจำแนกคณิตศาสตร์สูงไปต่ำ คือ สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic ,Language and Operation) สมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning) สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (Communication) สมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ (Modeling) สมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) และสมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ เป็นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนใช้อยู่เสมอ นักเรียนใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องมีการตีความสัญลักษณ์ การแปลความจากภาษาธรรมดาไปเป็นสัญลักษณ์ และภาษาคณิตศาสตร์ รวมทั้งความสามารถในการใช้ตัวแปร แก่สมการ และการคำนวณ ทำให้นักเรียนมีสมรรถนะที่ 7 มากที่สุดเป็นอันดับ 1

สมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล เป็นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนใช้ในการตั้งคำถาม บอกนิยาม ทฤษฎี สมมติฐาน ตัวอย่างได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะอยู่เสมอ มีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการตั้งคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, น. 215-217) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามของครูมีผลอย่างยิ่งต่อการกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อตอบสนอง หรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อสิ่งที่ถูกถาม อันจะนำมาซึ่งการ



พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ทำให้นักเรียนมีสมรรถนะที่ 1 เป็นอันดับ 2

สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน เป็นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนใช้ใน แปลความ การตีความ และการบอกความแตกต่าง ของการแสดงเครื่องหมายของคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ นักเรียนสามารถในการนำความรู้เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่แล้วสามารถแก้สถานการณ์ปัญหานั้น ๆ โดยมีการแปลความของตนเอง ตีความจากเรื่องราวต่าง ๆ สรุปความหรือการขยายความคิดโดยอาศัยความสัมพันธ์เกี่ยวกับสถานการณ์ต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับ พร้อมพรรณ อุตมสิน (2544, น. 62) กล่าวว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการนำความรู้ที่รู้มาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ ทำให้นักเรียนมีสมรรถนะที่ 6 เป็นอันดับ 3

สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร เป็นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจทั้งการพูดและการเขียน โดยการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นต้องอยู่บนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนและพูดแสดงความคิดเห็นได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของหทัยรัตน์ ยศแผ่น (2554, น. 4) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อมนทัศนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทำให้นักเรียนมีสมรรถนะที่ 3 เป็นอันดับ 4

สมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ ซึ่งนักเรียนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการสร้างการตัวแบบ (Modeling) ว่ามีลักษณะอย่างไร ยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการวางโครงสร้างของสถานการณ์ที่จะต้องนำมาสร้างเป็นตัวแบบ ไม่สามารถประยุกต์แปลความเป็นจริงให้เข้าสู่โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bakar et al. (2010, pp. 113-119) ได้ดำเนินการศึกษาปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบปัญหาคือ นักเรียนไม่สามารถจดจำสูตรทางคณิตศาสตร์ได้ สับสนในเนื้อหาที่เรียน ไม่เข้าใจการใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถประยุกต์การใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ในบริบทอื่น ๆ ทำให้นักเรียนมีสมรรถนะที่ 4 เป็นอันดับ 5

สมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง เป็นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนใช้ในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ และใช้ในการประเมินการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ แต่นักเรียนใช้สมรรถนะนี้ได้ไม่ดีในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ แต่การใช้สมรรถนะที่ 2 ในการประเมินการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์นักเรียนมีความสามารถในระดับพอใช้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Movshovitz-Hadar et al. 1987, pp. 3-14) พบว่า นักเรียนจำทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติผิด เมื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทำให้การแก้ปัญหาผิดพลาด ทำให้ผู้เรียนมีสมรรถนะที่ 2 เป็นอันดับ 6

สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา เป็นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไม่มีความสามารถในการตั้งคำถาม การสร้างเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ การนิยามปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และประยุกต์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คำถามเปิดและคำถามปิด และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ โดยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งนักเรียนมีความสามารถในการสมรรถนะนี้ได้พอใช้ เนื่องจากในบริบทชั้นเรียนส่วนใหญ่ ครูส่วนใหญ่ไม่ได้ส่งเสริมการตั้งคำถาม การสร้างเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ การตั้งปัญหาเป็นคำถามเปิด สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Barcellos, 2005, pp. 98-114) ที่พบความคลาดเคลื่อนของนักเรียนในด้านการใช้บทนิยามสมบัติ มีการใช้กฎที่ผิดลำดับขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนมีสมรรถนะที่ 5 เป็นอันดับ 7

สมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ เป็นสมรรถนะที่ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือมาช่วยในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ แต่เนื่องจากในชั้นเรียนผู้เรียนไม่ได้รับการส่งเสริมในการใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (รวมทั้งเครื่องมือภาคเทคโนโลยีสารสนเทศ) ทำให้ผู้เรียนมีสมรรถนะที่ 8 เป็นอันดับ 8

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

ผลจากการทำวิจัยในครั้งนี้ทำให้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 จากผลการวิจัยพบว่า ทำให้ทราบว่านักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านกอกโคกวิทยา มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 มีสมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร สมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ สมรรถนะที่ 6 การแสดง

เครื่องหมายแทน และสมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 มีสมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา และสมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำผลการวิจัยดังกล่าวไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีระดับสูงขึ้น

5.3.1.2 เมื่อทราบสาเหตุของปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหสมรรถนะทางคณิตศาสตร์จากผลการวิจัย ผู้บริหารและครูผู้สอนสามารถนำผลการวิจัยดังกล่าว ไปปรับปรุง พัฒนา กระบวนการเรียนการสอน และการกำหนดนโยบายการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ครูผู้สอนสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในแต่หน่วยการเรียนรู้ และสามารถเลือกศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์บางสมรรถนะ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

5.3.2.2 สามารถนำผลการวิจัยไปศึกษาแนวทางในการพัฒนาวิธีการ นวัตกรรมใหม่ ๆ ในการส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อที่จะได้ปรับปรุงและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3.2.3 สามารถนำผลการวิจัยไปศึกษาปัญหาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เกิดขึ้นในระดับชั้นอื่น ว่ามีปัญหอย่างไร มีแนวทางในการแก้ปัญหาและพัฒนาวิธีการ แก้ปัญหาอย่างไร



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *ระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2543*. ม.ป.ท. : ม.ป.พ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ.
- กระทรวงศึกษาธิการสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. (2561). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2560). *สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2560*.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2551). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- เกรียงศักดิ์ ราพรธน์. (2552). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ในเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กาญจนบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.
- กิติพัฒน์ นนทปัทมะดุลย์. (2540). *นโยบายสังคมและสวัสดิการสังคม*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2547). *ประมวลสาระชุดวิชาสารตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- จันตรา ธรรมแพทย์. (2550). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

- ชาญณรงค์ เชียงราช. (2550). *ศาสตร์เกี่ยวกับการเรียนรู้กับคณิตศาสตร์ศึกษา*. ขอนแก่น:  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเชิด ภิญโญนนันทพงษ์. (2527). *การทดสอบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ*. กรุงเทพฯ:  
ไอเดียนสโตร์.
- บุญธรรม กิจปริคาบวิสุทธิ์. (2542). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*.  
(พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เจริญดีการพิมพ์.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2544). *จิตวิทยาการบริหารงานบุคคล*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริม  
กรุงเทพฯ.
- ไพศาล วรคำ. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา (Educational Research)*. กภาพสินธุ์:  
ประสานการพิมพ์.
- ไพรัช วงศ์ศรีตระกูล. (2551). *การเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหา  
การให้เหตุผล และการสื่อความหมายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*.  
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2542). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ:  
บพิธการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*  
กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย. (2552).  
*ตัวอย่างการประเมินผลนานาชาติ PISA คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย. (2554).  
*ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ:  
อรุณการพิมพ์.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551). *บทสรุปโครงการศึกษา  
แนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ พ.ศ. 2550.*  
สำนักมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูล  
เบื้องต้น: โครงการ PISA 2009.* กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน  
คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ตัวอย่างข้อสอบการประเมินผล PISA :  
คณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ตัวอย่างข้อสอบคณิตศาสตร์ PISA  
2012.* กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ.พรินติ้ง.
- Bussiere, p. and others. (2001). *Measuring up : The Performance of Canada's  
youth inReading. Mathematics and Science : OECD PISA Study-First  
Results forCanadians Aged 15.* Ottawa, ON : Statistics Canada.
- Colin, Carmichael. (2010). Statistical Literacy in the Middle School : The  
Relationshipbetween Interest, Self-Efficacy and prior Mathematics  
Achievement. *The Journal of Experimental Education.* 10 : 83-93.
- Devlin, Keith. (2002). The math of online music trading. [http://www.maa.org/  
devlin/dev.in\\_02\\_02.html](http://www.maa.org/devlin/dev.in_02_02.html). Doyle, K. The Teacher, The Tasks : Their Role in  
Student Mathematical Literacy .*Proceedings of the 30 Annual Conference of  
the Mathematics Education Research Group of Austrasia MERGA Inc.* 246-254.
- Devlin, Keith. (2007). *The Teacher, The Tasks: Their Role in Students?  
Mathematical Literacy.* In Watson, Jane & Beswick, Kim (Eds.) 30th  
annual conference of the Mathematics Education Research Group of  
Australasia.

- Steen, L.A. ; Turner. R: and Burktur, H. (2007). Chapter 3.4.2 Developing Mathematical Literacy. *Modeling and Applications in Mathematics Education the 14<sup>th</sup> ICMI study*. (10) : 285-294.
- Yore, L.D.; Pimm, D, and Tuan, H. (2007). The Literacy Complement of Mathematical and Scientific Literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education (National Science Council, Taiwan)*. 9 : 589-599.
- OECD. (2007). *PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World*. Retrieved 20/05/2009 from : [http://www.pisa.oecd.org/pages/0,2987,en\\_32252351\\_32235731\\_1\\_131\\_A\\_1,00.html](http://www.pisa.oecd.org/pages/0,2987,en_32252351_32235731_1_131_A_1,00.html).



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

แผนการจัดการเรียนรู้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รายวิชา ค 16101

ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

หน่วยย่อย เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

เวลา 2 ชั่วโมง

สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ..... ครูผู้สอน นางสาวเพียงขวัญ แสนมณี

### 1. จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 1.1 ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถบอกได้ว่ารูปคลี่เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด
2. นักเรียนสามารถประดิษฐ์เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้

#### 1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. นักเรียนสามารถใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นได้

#### 1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน
2. นักเรียนใฝ่เรียนรู้
3. นักเรียนมีระเบียบวินัย

### 2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

#### สาระที่ 3 เรขาคณิต

- |                 |  |
|-----------------|--|
| มาตรฐาน ค 3.1   | อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ   |
| ตัวชี้วัด ป.6/1 | บอกชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ   |
| มาตรฐาน ค 3.2   | ใช้การนิยาม ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหา                               |
| ตัวชี้วัด ป.6/1 | ประดิษฐ์ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก ทรงกรวย ปริซึม และพีระมิดจากรูปคลี่หรือรูปเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้ |

### สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

- ตัวชี้วัด ป.6/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม  
 ป.6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

### 3. สาระสำคัญ

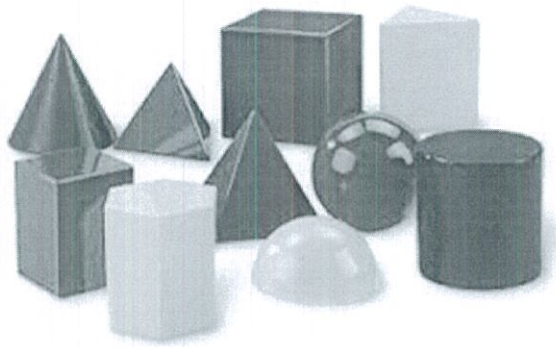
รูปเรขาคณิตสามมิติ มีรูปเรขาคณิตสองมิติเป็นส่วนประกอบ แต่ละชนิดมีรูปร่างแตกต่างกัน รูปเรขาคณิตสามมิติ เมื่อคลี่ออกจะได้รูปที่ประกอบด้วย รูปเรขาคณิตสองมิติที่สามารถพับให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้

### 4. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 4.1 PowerPoint อธิบายคำศัพท์ และเนื้อหาเรื่อง 3D shapes
- 4.2 ใบความรู้ เรื่อง Vocabulary about 3D shapes
- 4.3 อุปกรณ์เทคโนโลยี เช่น โปรเจคเตอร์ คอมพิวเตอร์ ลำโพง
- 4.4 ใบงานที่ 1 เรื่อง รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

- 5.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (คณิตศาสตร์ Mathematics : M)
  - 5.1.1 ครูทบทวนรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยครูนำรูปเรขาคณิตมาให้ให้นักเรียนดู



5.2 ชั้นสอน (คณิตศาสตร์ Mathematics : M และ เทคโนโลยี Technology : T)

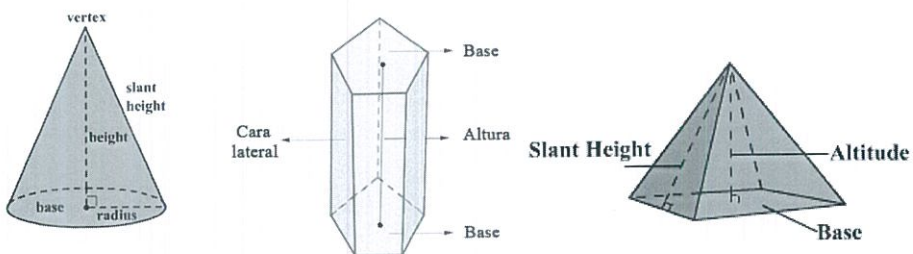
5.2.1 ครูและนักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง Vocabulary about 3D shapes และครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม แล้วแจกปริซึม และพีระมิดที่มีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่แตกต่างกันให้กลุ่มละ 1 ชิ้น โดยให้แต่ละกลุ่มพิจารณาว่ารูปเรขาคณิตสามมิตินั้นๆ ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติใดบ้าง และดู Proof area of circle

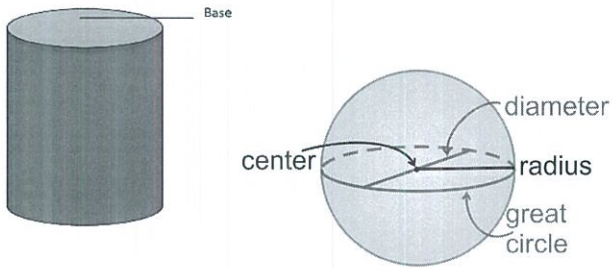
(<https://www.youtube.com/watch?v=YokKp3pwVFc> )



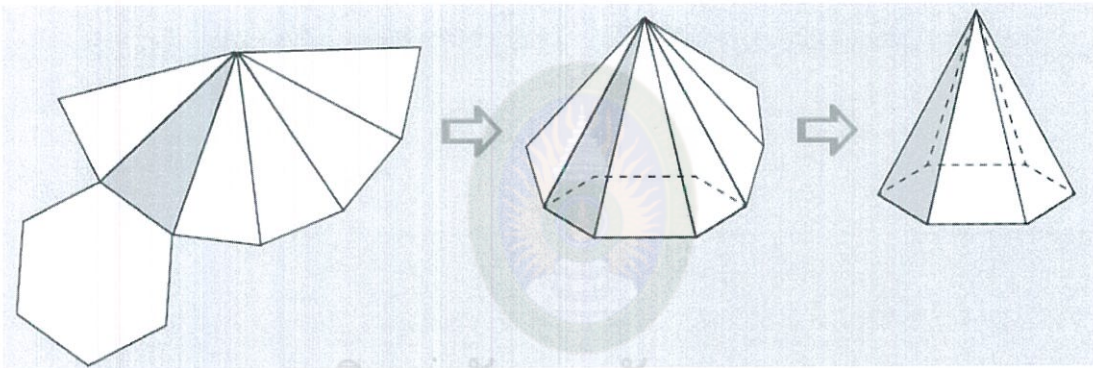
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.2.2 ครูอภิปรายชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้างโดยครูนำนักเรียนอ่าน





5.2.3 ครูให้นักเรียนดูรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตแล้วให้นักเรียนช่วยกันตอบว่ารูปคลี่เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด



### 5.3 ชั้นฝึกทักษะ (วิศวกรรมศาสตร์ Engineer : E)

5.3.1 ครูให้นักเรียนประดิษฐ์รูปทรงเรขาคณิตจากใบงานที่ 1 เรื่องรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติและใบงานที่ 2 เรื่องจับคู่ภาพคลี่และคำศัพท์

5.3.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ลงสำรวจชุมชนหรือหมู่บ้านของตนเองว่ามีอะไรบ้างที่เป็นรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

5.3.3 ครูให้นักเรียนทำโครงการ เรื่อง ประดิษฐ์สิ่งของด้วยรูปทรงเรขาคณิต

### 5.4 ชั้นสรุป

5.4.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า รูปเรขาคณิตสามมิติ มีรูปเรขาคณิตสองมิติเป็นส่วนประกอบ แต่ละชนิดมีรูปร่างแตกต่างกัน รูปเรขาคณิตสามมิติ เมื่อคลี่ออกจะได้รูปที่ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติที่สามารถพับให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้

## 5.5 ขั้นนำเสนอ (presentation)

นักเรียนจะเป็นผู้เสนอข้อมูลหรือผลสรุปของการศึกษาค้นคว้า ซึ่งอาจจะนำเสนอในรูปแบบของรายงาน การจัดบอร์ด หรือแสดงในรูปแบบของตัวละคร



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## 6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัด	วัด/วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<p>6.1 ด้านความรู้</p> <p>6.1.1 นักเรียนสามารถบอกได้ว่ารูปคลี่เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด</p> <p>6.1.2 นักเรียนสามารถประดิษฐ์เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้</p>	<p>1. ตรวจสอบงานที่ 2</p> <p>2. ตรวจสอบชิ้นงาน</p>	<p>1. ใบงานที่ 2</p> <p>2. ชิ้นงาน</p>	<p>1. ร้อยละ 80 ผ่านเกณฑ์</p> <p>2. ประดิษฐ์ชิ้นงานได้</p>
<p>6.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์</p> <p>6.2.1 นักเรียนสามารถใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม</p> <p>6.2.2 นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นได้</p>	<p>1. ตรวจสอบใบงานที่ 2</p>	<p>1. ใบงานที่ 2</p>	<p>1. ร้อยละ 80 ผ่านเกณฑ์</p>
<p>6.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p> <p>6.3.1 นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน</p> <p>6.3.2 นักเรียนใฝ่เรียนรู้</p> <p>6.3.3 นักเรียนมีระเบียบวินัย</p>	<p>1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นรายบุคคล</p>	<p>1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นรายบุคคลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p>	<p>ระดับคุณภาพ 3 ผ่านเกณฑ์</p>

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้

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

10.2 ปัญหา/อุปสรรค

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

10.3 ข้อเสนอแนะ

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



ลงชื่อ.....  
( นางสาวเพ็ญขวัญ แสนมณี )  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY  
ครูผู้ช่วย

11. ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

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

ลงชื่อ.....  
( นายชาญณรงค์ บุตรคาน )  
ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านกอกโคกวิทยา

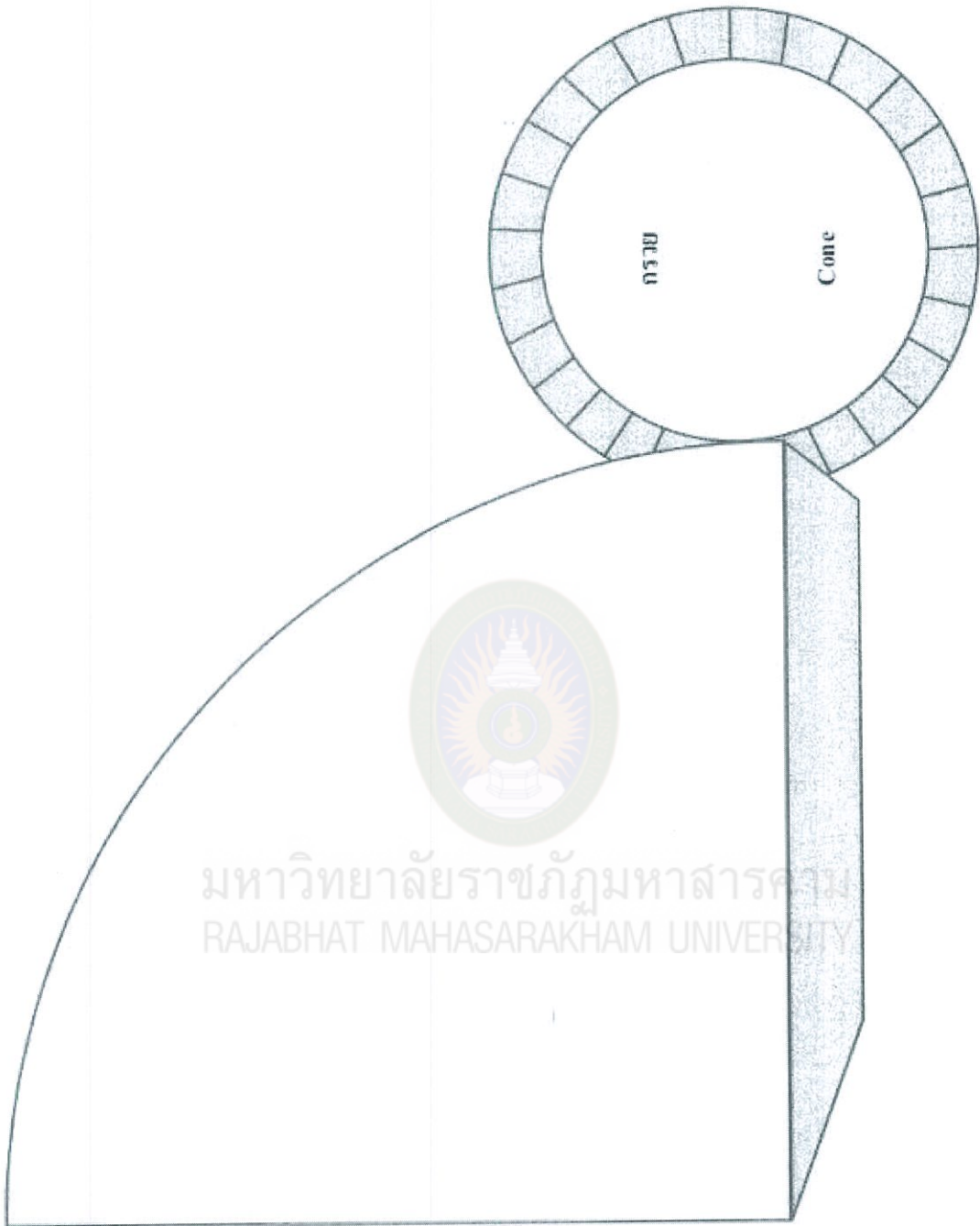


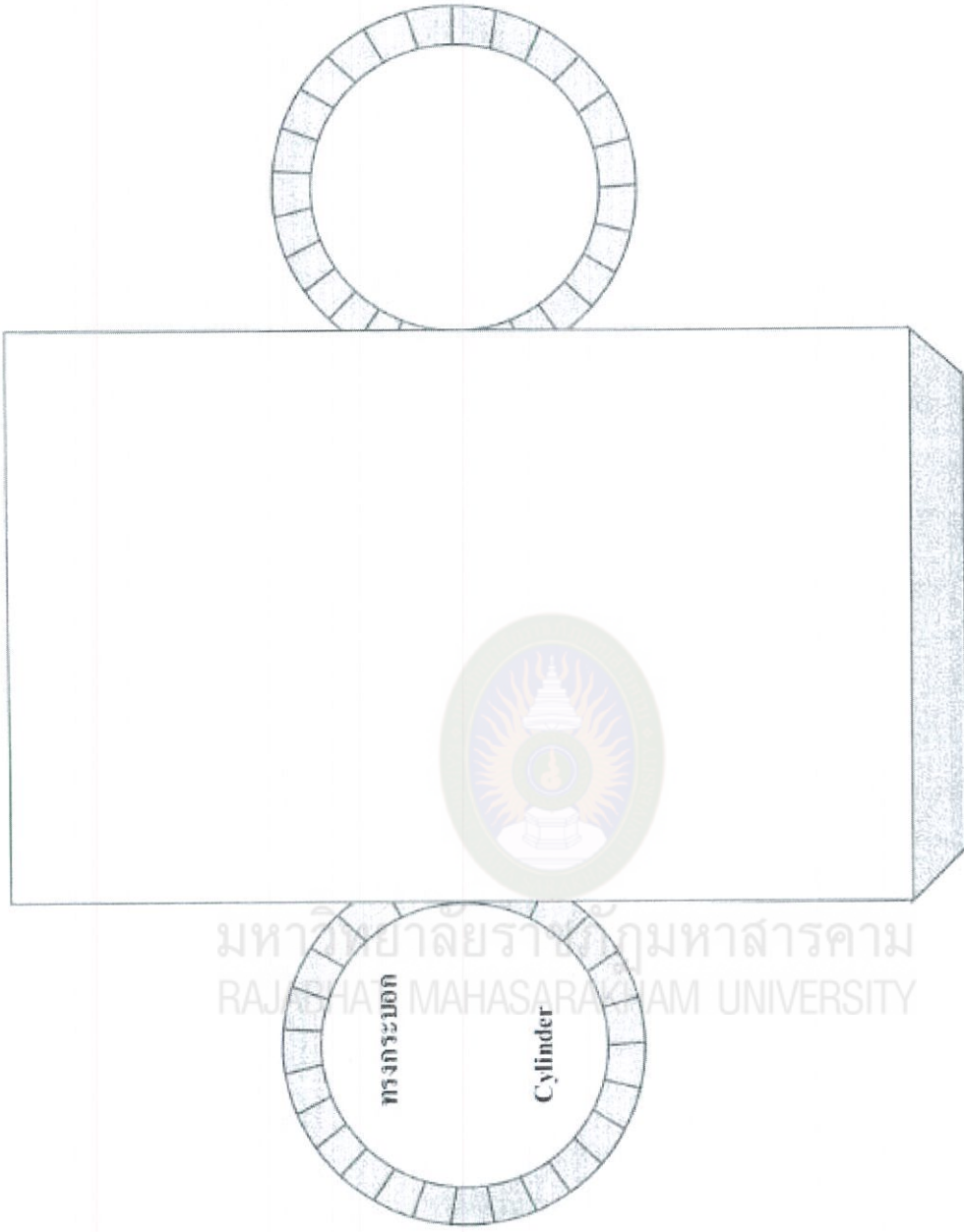
## ใบงานที่ 1 เรื่อง รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

- คำชี้แจง 1. ตัดรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติตามแบบที่กำหนด
2. พับตามรอยเส้นขอบ
  3. ทากาวส่วนที่แรเงา
  4. ประกอบรูปคลี่ให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ

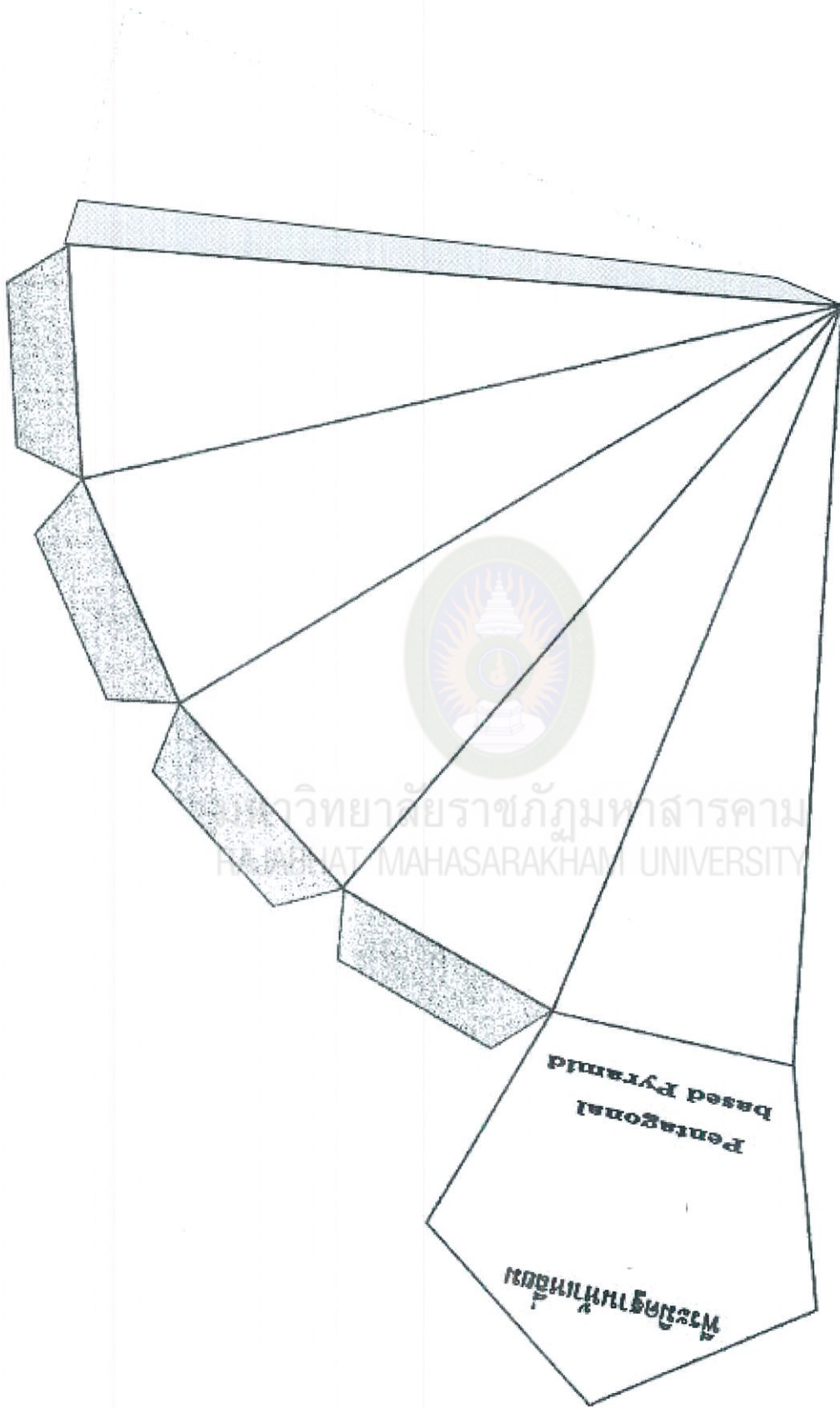


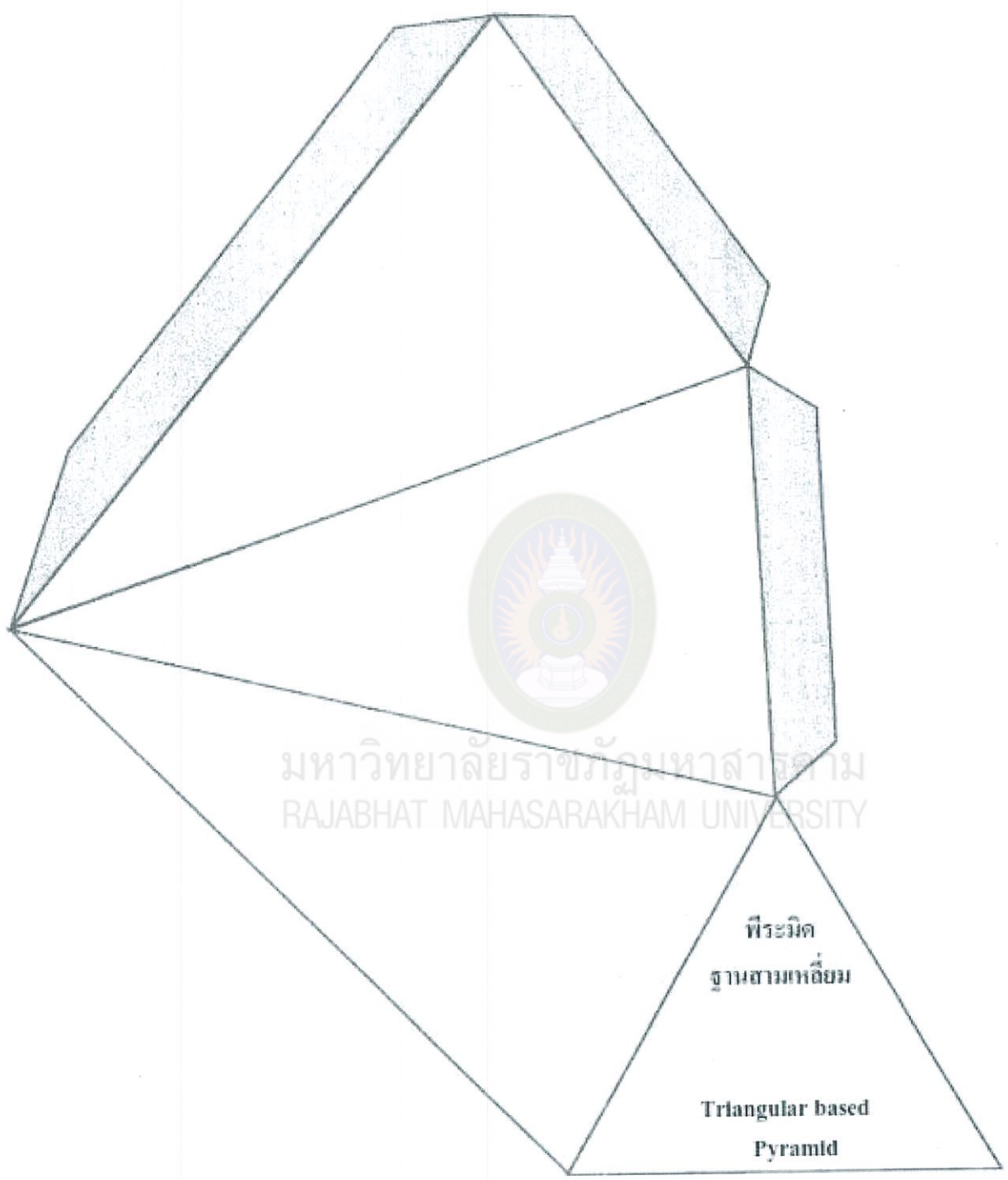
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY





มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY





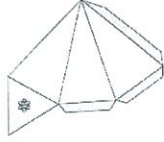


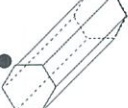
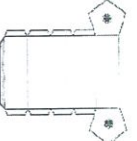
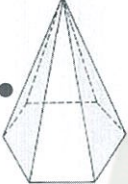
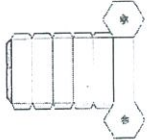
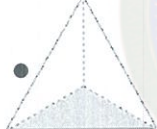
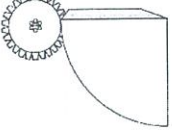
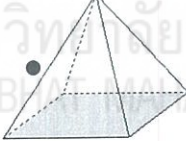
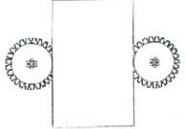
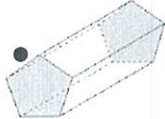
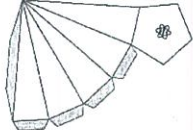
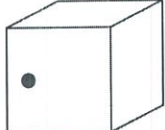
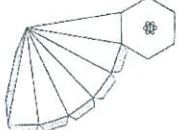

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

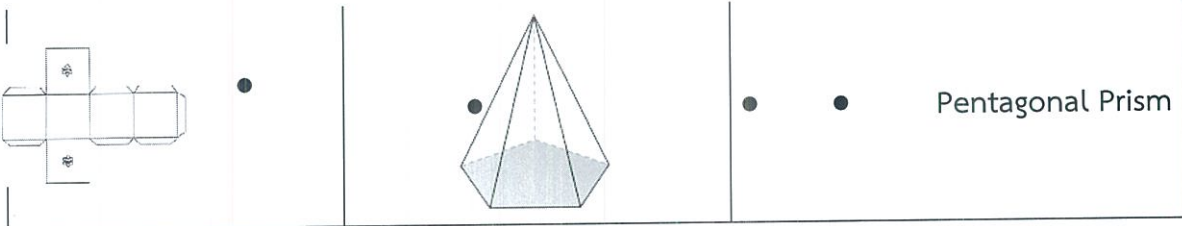
พีระมิด  
ฐานสามเหลี่ยม

Triangular based  
Pyramid

.ใบงานที่ 2

ให้นักเรียนจับคู่ภาพคลี่ และ คำศัพท์

ภาพคลี่	รูปภาพ	คำศัพท์
		● ● Hexagonal Pyramid
		● ● Square Pyramid
		● ● Cylinder
		● ● Cube
		● ● Hexagonal Prism
		● ● Cone
		● ● Triangular Pyramid
		● ● Pentagonal Pyramid



## Cognition and Culture

## 3D shapes Project

คำชี้แจง

1. แบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน
2. ศึกษารูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่อยู่ในชุมชนหรือหมู่บ้านของตนเอง
3. นำรูปเรขาคณิตมาประดิษฐ์ของเล่นหรือของใช้
4. นำเสนอโครงงานในชั้นเรียน

สถานการณ์

“ในปัจจุบันบ้านเรือนสิ่งก่อสร้างต่างๆส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยรูปเรขาคณิตประกอบเป็นรูปทรงต่าง”

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

นักเรียนใช้รูปทรงเรขาคณิตมาประดิษฐ์เป็นของเล่นหรือของใช้หรือต่อยอดอย่างไร

## แบบประเมินโครงการ

กลุ่มที่.....

- สมาชิก 1).....  
 2).....  
 3).....

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
1. รูปแบบของสิ่งประดิษฐ์			
2. ความคิดสร้างสรรค์			
3. ความประณีต			
4. ความทนทาน			
รวม			

เกณฑ์การให้คะแนน หมายถึง หากไม่มีผลงานส่ง ได้ 0 คะแนน

1. รูปแบบของสิ่งประดิษฐ์
  - 1.1 รูปแบบผลงานตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนดและใช้ได้จริง ระดับ 3
  - 1.2 รูปแบบผลงานไม่ค่อยตรงกับจุดประสงค์แต่พอใช้ประโยชน์ได้ ระดับ 2
  - 1.3 รูปแบบผลงานไม่ตรงกับจุดประสงค์และใช้ประโยชน์ได้น้อย ระดับ 1
2. ความคิดสร้างสรรค์
  - 2.1 ผลงานคิดใหม่ไม่เหมือนใคร สามารถใช้เป็นต้นแบบได้ ระดับ 3
  - 2.2 ผลงานคิดใหม่แต่เหมือนกับเพื่อนบางคน ระดับ 2
  - 2.3 ผลงานเหมือนของที่มีอยู่ทั่วไป ระดับ 1
3. ความประณีต
  - 3.1 มีความประณีต เรียบร้อย ระดับ 3
  - 3.2 มีความประณีต เรียบร้อย แต่มีการแก้ไข ระดับ 2
  - 3.3 ต้องปรับปรุง ระดับ 1



4. ความทนทาน

- 4.1 ใช้ประโยชน์ได้จริงและแข็งแรงทนทาน ระดับ 3
- 4.2 ใช้ประโยชน์ได้จริงแต่ไม่แข็งแรงทนทาน ระดับ 2
- 4.3 ไม่เหมาะที่จะเอาไปใช้ประโยชน์ ระดับ 1

ระดับคุณภาพ

คะแนน 9 - 12 ดีมาก	คะแนน 6 - 8 ดี
คะแนน 3 - 5 พอใช้	คะแนน 0 - 2 ควรปรับปรุง

แบบบันทึกการประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เลขที่	รายการประเมิน	มีความมุ่งมั่นในการทำงาน					ใฝ่เรียนรู้					มีระเบียบวินัย					รวมคะแนน
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	
	ชื่อ-สกุล																

หมายเหตุ เกณฑ์ผ่านต้องได้คะแนน 9-15 หรือเกณฑ์ระดับ 3 ขึ้นไป

เกณฑ์การให้คะแนน

- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ = ดีมาก ได้ 5 คะแนน
- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง = ดี ได้ 4 คะแนน
- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง = พอใช้ ได้ 3 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยมาก = ควรปรับปรุง ได้ 2 คะแนน  
 ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมเลย = ปรับปรุง ได้ 1 คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13 ขึ้นไป	ดีมาก
10-12	ดี
7-9	พอใช้
4-6	ควรปรับปรุง
1-3	ปรับปรุง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

### จำนวน 8 ข้อ

(สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, น. 2-3)

### คำชี้แจงแบบทดสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

#### ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย


1. แบบทดสอบคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 8 ข้อคะแนนเต็ม 32 คะแนน เวลา 60 นาที
2. แบบทดสอบแบ่งเป็น 3 แบบ ดังนี้


**แบบเลือกตอบ** เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว จำนวน 3 ข้อ  
(ข้อที่ 1 , 3 และ 6 ข้อละ 4 คะแนน รวม 12 คะแนน)


**แบบเชิงซ้อน** จำนวน 2 ข้อ ให้นักเรียนระบายคำตอบ ในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ ใน  
แต่ละข้อย่อย (ข้อที่ 5 และ 7 ให้คะแนน ข้อละ 4 คะแนน แต่ละ  
ข้อมี 4 ข้อย่อย ข้อย่อยละ 1 คะแนน รวม 8 คะแนน)

**แบบเขียนตอบ** ให้คำนวณคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนด เมื่อได้คำตอบแล้ว  
เขียนคำตอบ ลงในกระดาษคำตอบ จำนวน 4 ข้อ  
(ข้อที่ 2 , 4 และ 8 ข้อละ 4 คะแนน รวม 12 คะแนน)

ร้านขายปุ๋ยติดราคาดังนี้







ปุ๋ย 3 กระสอบ  
ราคา 500 บาท

เดิมพ้อมีปุ๋ยอยู่ 15 กระสอบ  
พ้อมต้องใช้ปุ๋ย 21 กระสอบ ใส่ต้นไม้ที่ปลูกไว้

จากข้อมูล พ้อมต้องจ่ายเงินเพื่อซื้อปุ๋ยเพิ่มกี่บาท

- 1) 1,000
- 2) 1,500
- 3) 2,500
- 4) 3,500

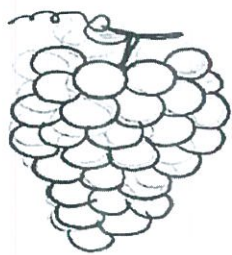
2.

สมบัติของรูปสี่เหลี่ยม

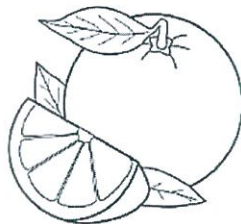
1. เส้นทแยงมุม 2 เส้นตัดกัน ได้รูปสามเหลี่ยมที่มีพื้นที่เท่ากัน 4 รูป
2. เส้นทแยงมุมยาวไม่เท่ากัน แต่แบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน
3. เส้นทแยงมุม 2 เส้น ตัดกันเป็นมุมฉาก
4. ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน

จากข้อมูล รูปสี่เหลี่ยมนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด

3.



องุ่น ราคา กิโลกรัมละ 150 บาท



ส้ม ราคา กิโลกรัมละ 80 บาท

จากข้อมูล มะลิซื้อองุ่น 1.25 กิโลกรัม และ ส้ม 1.65 กิโลกรัม ต้องจ่ายเงินรวมกันกี่บาท

- 1) 132.00
- 2) 187.50
- 3) 230.00
- 4) 319.50

4.

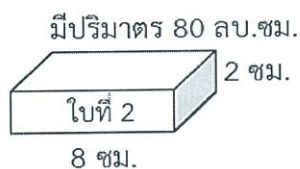
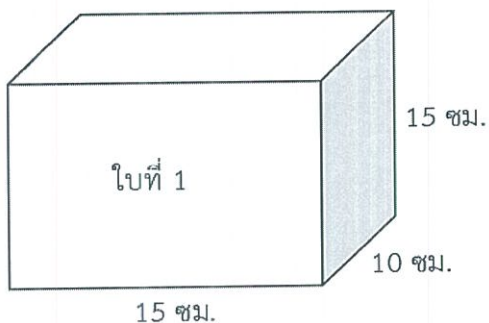
พ่มีที่ดิน 98 ไร่ แบ่งให้ลูกคนโต 35% ของที่ดินทั้งหมด และแบ่งให้ลูกคนเล็ก 40 ไร่  
พ่เหลือที่ดินกี่ไร่

จากข้อมูล แสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างไร

ประโยคสัญลักษณ์

5.

สมชายมีกล่อง 2 ใบ ดังรูป



พิจารณาความสอดคล้องของข้อความที่กำหนดให้กับข้อมูลข้างต้นว่าเป็นจริงหรือไม่

ถ้าเป็นจริงให้ระบายในวงกลม ① ได้คำว่า “ใช่” ถ้าไม่เป็นจริงให้ระบายในวงกลม ② ได้คำว่า “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อย่อย

ข้อ	ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
5.1	กล่องใบที่ 1 มีความกว้างเป็นสองเท่าของกล่องใบที่ 2	①	②
5.2	กล่องใบที่ 1 มีปริมาตร 2,250 ลบ.ซม.	①	②
5.3	กล่องใบที่ 2 มีความกว้าง 8 ซม.	①	②
5.4	สามารถนำกล่องใบที่ 2 จำนวน 30 กล่อง ใส่ลงในกล่องใบที่ 1 ได้พอดี	①	②

6. ร้านค้าต้องการทำสื่อนั่งรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ที่มีพื้นที่ 42 ตารางเมตร และมีความสูง 6 เมตร ดังภาพ



จากข้อมูล ผนัก มีความยาวรอบรูปกี่เมตร

- 1) 14
- 2) 24
- 3) 26
- 4) 28

7.

พลอยต้องการทำเค้กวันเกิดให้คุณแม่ โดยเตรียมส่วนผสมและวัตถุดิบ ดังภาพ



$\frac{11}{15}$  กิโลกรัม

แป้ง



$\frac{1}{5}$  กิโลกรัม

เนย



$\frac{1}{15}$  กิโลกรัม

ผงฟู



$\frac{3}{5}$  กิโลกรัม

น้ำตาล



2 ฟอง

ไข่

พิจารณาความสอดคล้องของข้อความที่กำหนดให้กับข้อมูลข้างต้นว่าเป็นจริงหรือไม่

ถ้าเป็นจริงให้ระบายในวงกลม ① ใต้คำว่า “ใช่” ถ้าไม่เป็นจริงให้ระบายในวงกลม ② ใต้คำ

ว่า “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อย่อย

ข้อ	ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
7.1	แป้ง มากกว่า น้ำตาล อยู่ $\frac{1}{15}$ กิโลกรัม	①	②
7.2	ถ้าเพิ่มเนยเป็น 2 เท่า จะมากกว่า ผงฟู อยู่ $\frac{4}{15}$ กิโลกรัม	①	②
7.3	ถาลดแป้งลงครึ่งหนึ่ง จะเท่ากับ 2 เท่าของเนย	①	②
7.4	น้ำตาล มากกว่า ผงฟู อยู่ $\frac{1}{15}$ กิโลกรัม	①	②



8.

ถังใบหนึ่งมีน้ำมันอยู่  $\frac{3}{5}$  ของความจุของถัง เมื่อตวงน้ำมันจากถังออกไป 40 ลิตร

พบว่า มีน้ำมันเหลืออยู่  $\frac{11}{25}$  ของความจุของถัง ถังใบนี้มีความจุกี่ลิตร

ตอบ

.....

.....

.....

.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

การหาคุณภาพเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

แบบโครงการ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9	แผนที่ 10	ข	แปลความหมาย
1. จุดประสงค์การเรียนรู้												
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	4.67	3.60	4.00	3.60	5.00	4.67	4.67	5.00	5.00	4.52	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้	4.67	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	4.73	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 สามารถวัดผลและประเมินได้	4.33	4.00	4.33	5.00	3.60	4.00	4.00	3.60	4.33	4.67	4.19	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1	4.67	4.56	3.98	4.33	4.07	4.67	4.56	4.42	4.78	4.78	4.48	เหมาะสมมาก
2. สาระการเรียนรู้												
2.1 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระสำคัญ	3.60	5.00	3.60	4.67	4.67	4.67	4.33	3.60	4.67	4.33	4.31	เหมาะสมมาก
2.2 สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	5.00	4.67	4.33	4.00	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.67	4.43	เหมาะสมมาก
2.3 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.33	4.33	4.00	3.60	4.00	4.00	4.00	4.33	4.00	4.67	4.13	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวมด้าน 2	4.31	4.67	3.98	4.09	4.33	4.33	4.22	4.09	4.33	4.56	4.29	เหมาะสมมาก

(ต่อ)

## ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9	แผนที่ 10	-	แปลความหมาย	
3. เนื้อหาสาระ													
3.1 เนื้อหาสาระสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.00	5.00	4.00	5.00	4.67	4.00	5.00	4.00	4.00	4.67	4.43	0.47	เหมาะสมมาก
3.2 เนื้อหาสาระเรียงลำดับจัดเนื้อหาได้เหมาะสม	5.00	4.67	5.00	4.67	4.00	5.00	4.67	5.00	5.00	4.00	4.70	0.40	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 เนื้อหาสาระสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.60	4.67	4.60	4.67	4.33	4.60	4.67	4.60	4.60	4.33	4.57	0.13	เหมาะสมมากที่สุด
3.4 เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมด้านเวลาที่ใช้ในการสอน	5.00	4.33	5.00	4.33	4.00	5.00	4.33	5.00	5.00	4.00	4.60	0.44	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 3	4.65	4.67	4.65	4.67	4.25	4.65	4.67	4.65	4.65	4.25	4.58	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้													
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และ การวัดประเมินผล	4.67	4.00	4.67	4.00	4.00	4.00	4.00	4.67	4.67	4.00	4.27	0.35	เหมาะสมมาก
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ	4.67	4.33	4.67	4.33	4.33	4.33	4.33	4.67	4.67	4.33	4.47	0.18	เหมาะสมมาก
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.33	4.00	4.33	4.00	4.00	4.00	4.00	4.33	4.33	4.00	4.13	0.17	เหมาะสมมาก

(ต่อ)

## ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9	แผนที่ 10	I	แปลความหมาย	
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความครอบคลุม ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ/ กระบวนการ	4.00	4.67	4.00	4.00	4.00	4.67	5.00	4.00	4.67	5.00	4.40	0.44	เหมาะสมมาก
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.67	5.00	4.00	4.67	4.63	0.46	เหมาะสมมากที่สุด
4.6 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ระหว่างกลุ่ม	4.60	4.33	4.60	4.60	4.60	4.33	4.67	4.60	4.33	4.67	4.53	0.14	เหมาะสมมากที่สุด
4.7 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.33	5.00	4.00	4.33	4.57	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
4.8 ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่น	5.00	4.67	4.33	5.00	3.60	4.00	4.00	5.00	4.67	4.33	4.46	0.49	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4.66	4.25	4.58	4.49	4.32	4.17	4.38	4.66	4.42	4.42	4.43	0.17	เหมาะสมมาก
5. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้													
5.1 สื่อการเรียนเหมาะสมกับวัยและ ความสามารถของผู้เรียน	4.00	5.00	4.00	5.00	4.67	4.00	5.00	4.00	4.00	4.67	4.43	0.47	เหมาะสมมาก

(ต่อ)

## ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9	แผนที่ 10	I	แปลความหมาย	
5.2 สื่อการเรียนเหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	4.67	5.00	4.67	4.00	5.00	4.67	5.00	5.00	4.00	4.70	0.40	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 สื่อการเรียนสอดคล้องกับวิธีการสอน	4.60	4.67	4.60	4.67	4.33	4.60	4.67	4.60	4.60	4.33	4.57	0.13	เหมาะสมมากที่สุด
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความครอบคลุมในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ/กระบวนการ	5.00	4.33	5.00	4.33	4.00	5.00	4.33	5.00	5.00	4.00	4.60	0.44	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 5	4.65	4.67	4.65	4.67	4.25	4.65	4.67	4.65	4.65	4.25	4.58	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล													
6.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและการเรียนรู้	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.50	0.53	เหมาะสมมาก
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	4.67	5.00	4.67	4.00	5.00	4.67	5.00	4.33	5.00	4.73	0.34	เหมาะสมมากที่สุด
6.3 มีการประเมินผลตามสภาพจริงและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้/กิจกรรมการเรียนรู้	4.60	4.00	4.60	4.33	4.33	4.60	4.00	4.60	4.60	4.33	4.40	0.24	เหมาะสมมาก

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9	แผนที่ 10	-	แปลความหมาย	
6.4 ระบุเกณฑ์การประเมินผลอย่างชัดเจน	4.33	4.33	5.00	4.00	4.00	4.67	4.33	5.00	5.00	4.00	4.47	0.42	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 6	4.48	4.50	4.65	4.50	4.33	4.57	4.50	4.65	4.48	4.58	4.52	0.09	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมแต่ละแผน	4.57	4.55	4.42	4.46	4.26	4.51	4.50	4.52	4.55	4.47	4.48	0.18	เหมาะสมมาก

จากตารางภาคผนวกที่ ค.1 สรุปว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

แบบโครงการ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ทั้งหมด 10 แผน มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.48 หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

ตารางที่ ค.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์  
กับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ข้อสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อ 1	+1	+1	0	2	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 2	+1	0	+1	2	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 3	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
ข้อ 4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
ข้อ 5	+1	0	+1	2	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 6	0	+1	+1	2	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 7	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
ข้อ 8	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

จากตารางภาคผนวกที่ ค.2 สรุปได้ว่า เมื่อนำแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์กับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินพบว่า แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์กับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องทั้ง 8 ข้อ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ทั้ง 8 ข้อเพื่อใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป



ตารางที่ ค.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination : D) , ค่าความยาก (item difficulty Index : P) , ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ค่าความยาก (P)	แปลผล
1	0.50	0.64	ใช้ได้
2	0.45	0.35	ใช้ได้
3	0.55	0.46	ใช้ได้
4	0.45	0.68	ใช้ได้
5	0.60	0.64	ใช้ได้
6	0.35	0.30	ใช้ได้
7	0.40	0.54	ใช้ได้
8	0.55	0.73	ใช้ได้
ค่าความเชื่อมั่น 0.76			

จากตารางภาคผนวกที่ ค.3 สรุปได้ว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบข้อที่ 1 เท่ากับ 0.50 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบข้อที่ 2 เท่ากับ 0.45 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบข้อที่ 3 เท่ากับ 0.55 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบข้อที่ 4 เท่ากับ 0.45 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบข้อที่ 5 เท่ากับ 0.60 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบข้อที่ 6 เท่ากับ 0.35 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบข้อที่ 7 เท่ากับ 0.40 และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบข้อที่ 8 เท่ากับ 0.55 หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ดี ข้อสอบใช้ได้ทั้ง 8 ข้อ และค่าความยากของแบบทดสอบข้อที่ 1 เท่ากับ 0.64 ค่าความยากของแบบทดสอบข้อที่ 2 เท่ากับ 0.35 ค่าความยากของแบบทดสอบข้อที่ 3 เท่ากับ 0.46 ค่าความยากของแบบทดสอบข้อที่ 4 เท่ากับ 0.68 ค่าความยากของแบบทดสอบข้อที่ 5 เท่ากับ 0.64 ค่าความยากของแบบทดสอบข้อที่ 6 เท่ากับ 0.30 ค่าความยากของแบบทดสอบข้อที่ 7 เท่ากับ 0.54 และค่าความยากของแบบทดสอบข้อที่ 8 เท่ากับ 0.73 หมายถึง ค่าความยากอยู่ในระดับปานกลาง ข้อสอบใช้ได้ทั้ง 8 ข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 8 ข้อ เท่ากับ 0.76

ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ ดร. นิตยา จันทะคุณ อาจารย์ประจำสาขาวิชาสถิติศาสตร์ประยุกต์  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติและประเมินผล
2. อาจารย์ ดร. บรรชา นันจรัส อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุทธพงศ์ พิพย์ชาติ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสะเต็มศึกษา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ ศศ. ๐๑๕๐/๒๕๖๓

วันที่ ๒๓ มีนาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์ ดร. นิตยา จันทะคุณ

ด้วย นางสาวเพียงขวัญ แสนมณี รหัสประจำตัว ๖๑๘๒๑๐๑๖๐๑๐๒ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์ มหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ  ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติและประเมินผล  
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์  
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านสะเต็มศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์





## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ ศศ. ๐๑๓๔ / ๒๕๖๓

วันที่ ๒๓ มีนาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ

ด้วย นางสาวเพียงขวัญ แสนมณี รหัสประจำตัว ๖๑๔๒๑๐๑๖๐๑๐๒ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์ มหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ  ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติและประเมินผล
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านสะเต็มศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน  
ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นางสาวเพียงขวัญ แสนมณี
วัน เดือน ปี เกิด	1 กันยายน 2534
ที่อยู่ปัจจุบัน	99 หมู่ 7 ตำบลคูเมือง อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31190
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบ้านกอกโคกวิทยา หมู่ 2 ตำบลคูเมือง อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31190
ตำแหน่ง	ครู คศ.1
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2560	ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
พ.ศ. 2563	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม