



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่
สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

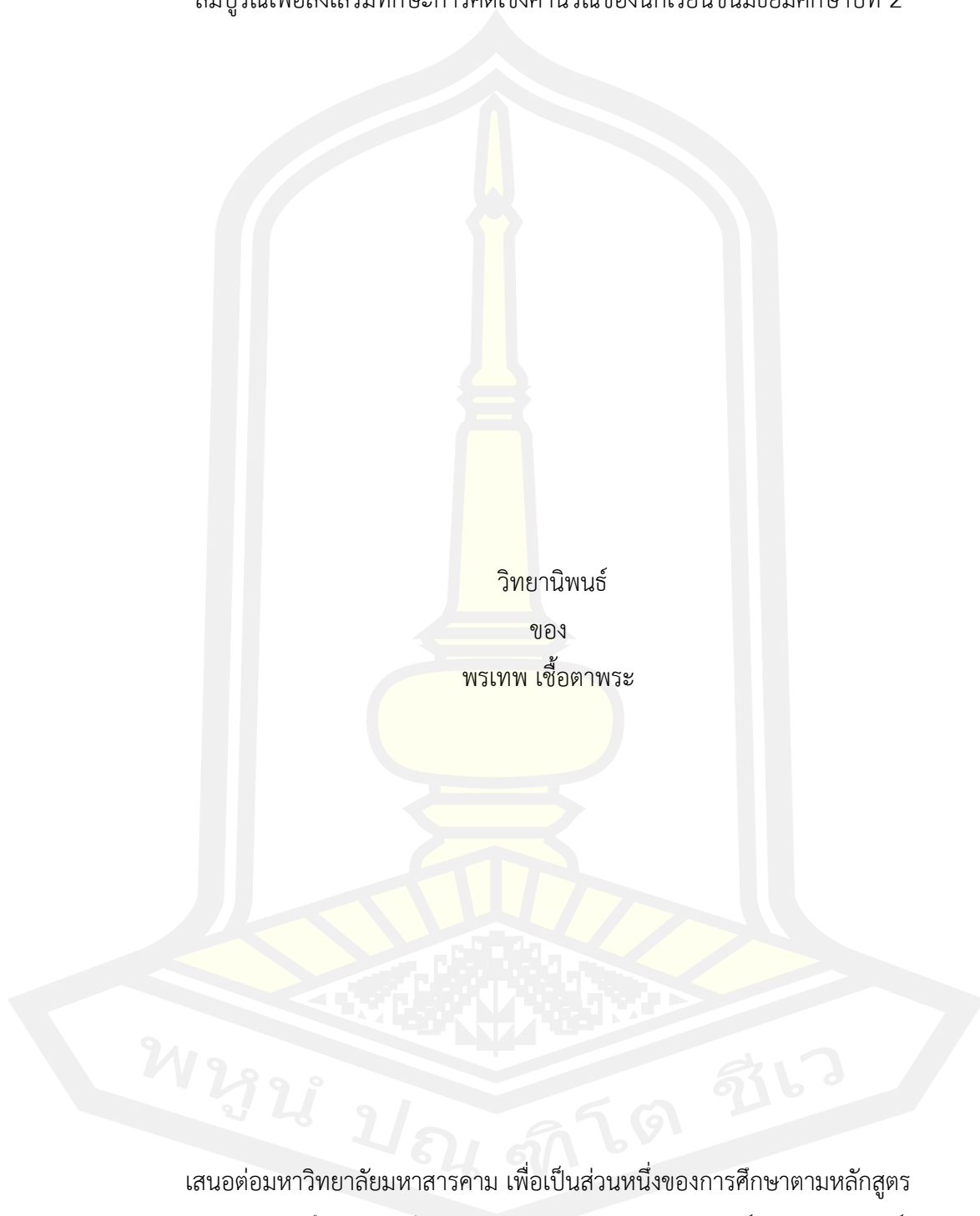
วิทยานิพนธ์
ของ
พรเทพ เชื้อตาพระ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มกราคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่
สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มกราคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Mathematics Learning Activity by using Inquiry Process with Ill-
Structure Problem Solving to Promote Computational Thinking Skill in
Matthayomsuksa 2 students

Bhornthep Chuetapra

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

January 2023

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายพรเทพ เชื้อตาพระ
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. มนต์รี ทองมูล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. กัญญารัตน์ โคจร)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

.....

(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแหง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....

(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2		
ผู้วิจัย	พรเทพ เชื้อตาพระ		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ 70/70 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 โรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม) จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 8 ชั่วโมง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก สถิติที่ใช้คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ One Sample t-test

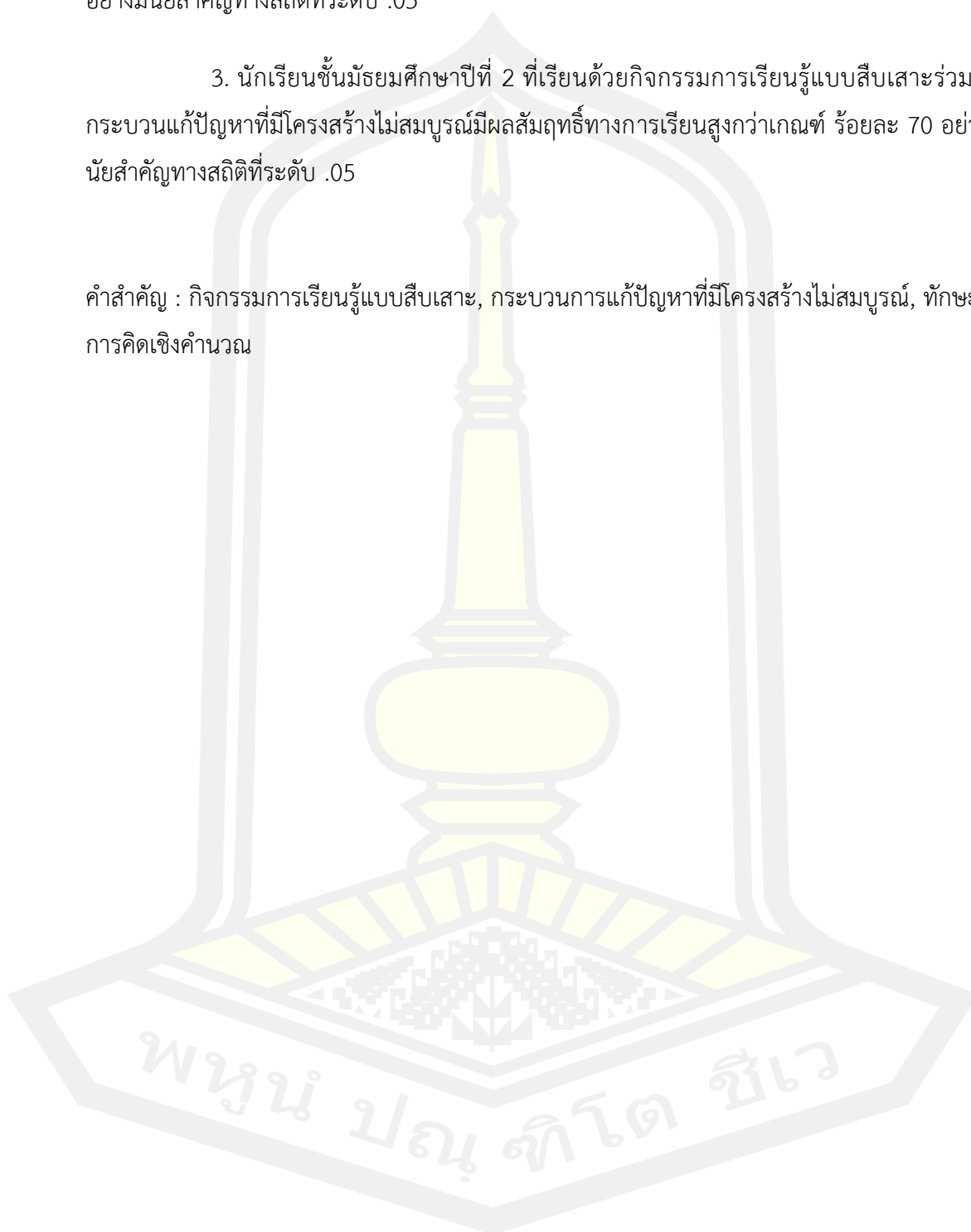
ผลการศึกษาพบว่า

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E1) และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์(E2) เท่ากับ 73.52/75.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ

กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ, กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์, ทักษะการคิดเชิงคำนวณ



TITLE	The Development of Mathematics Learning Activity by using Inquiry Process with Ill-Structure Problem Solving to Promote Computational Thinking Skill in Matthayomsuksa 2 students		
AUTHOR	Bhornthep Chuetapra		
ADVISORS	Assistant Professor Tatsirin Sawangboon , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2023

ABSTRACT

This research purposed to develop mathematics learning activities on surface area and volume of prisms and cylinders by using inquiry process with Ill-structure Problem Solving to promote computational thinking skills in Matthayomsuksa 2 students to be effective according to the 70/70 criteria, to compare computational thinking skills with 70 percent of criteria and to compare the learning achievement with 70 percent of criteria. The samples were 38 Matthayomsuksa 2/3 students at Maharakham University Demonstration School (Secondary) which obtained by cluster random sampling. The instruments used in the experiments were 8 lesson plans based on inquiry process with Ill-structure Problem Solving, total 8 hours and the instruments used to collect the data were a computational thinking skills assessment, learning achievement test of Mathematics 4 on surface area and volume of prisms and cylinders. The statistics manipulated for the data were percentage, mean, standard deviation, and one-sample t-test.

The results revealed as follows:

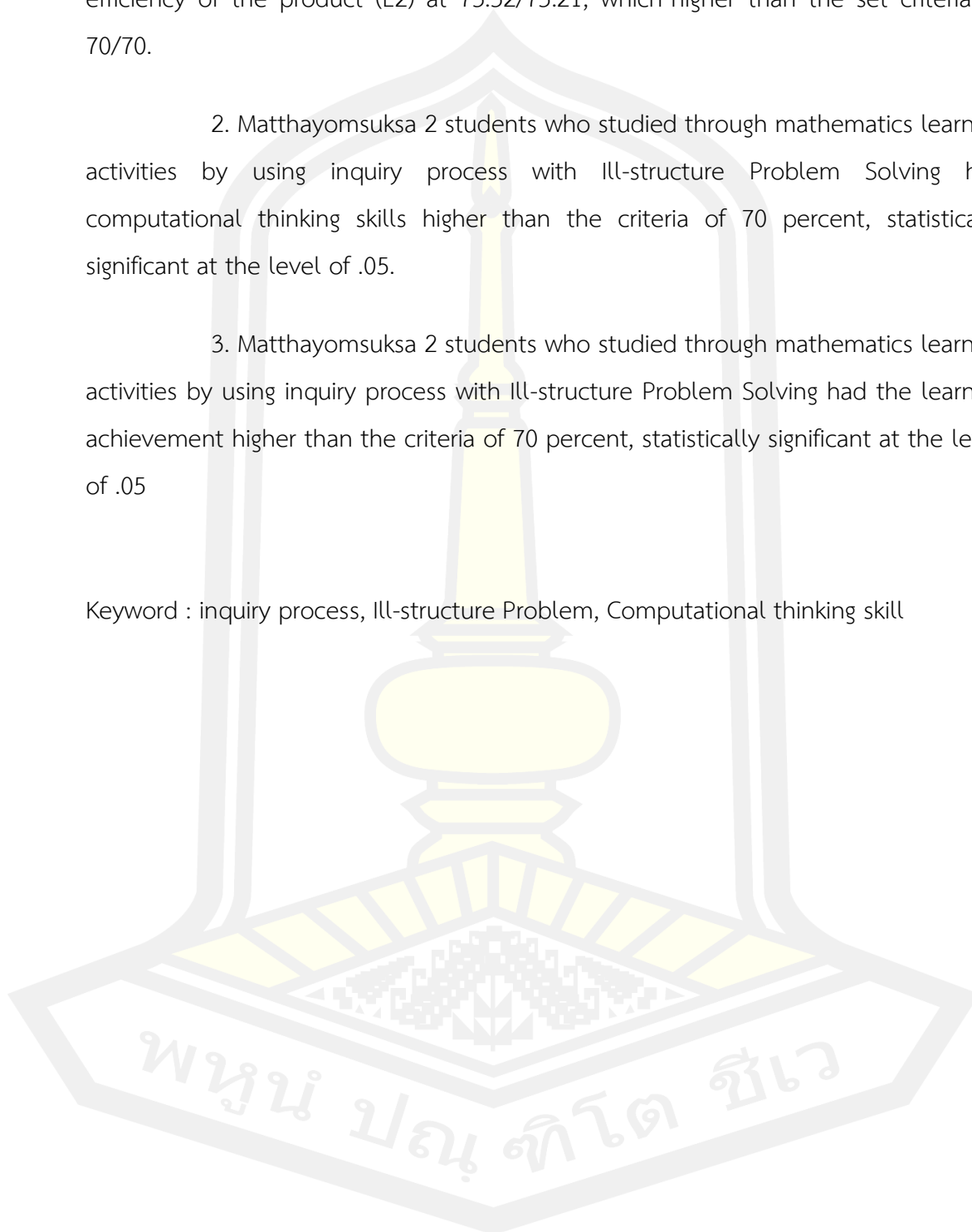
1. The results of the management of mathematics learning activities by using the inquiry process with Ill-structure Problem Solving to promote computational thinking skills in Matthayomsuksa 2 students on surface area and

volume of prisms and cylinders had the efficiency of the process (E1) and the efficiency of the product (E2) at 73.52/75.21, which higher than the set criteria of 70/70.

2. Matthayomsuksa 2 students who studied through mathematics learning activities by using inquiry process with Ill-structure Problem Solving had computational thinking skills higher than the criteria of 70 percent, statistically significant at the level of .05.

3. Matthayomsuksa 2 students who studied through mathematics learning activities by using inquiry process with Ill-structure Problem Solving had the learning achievement higher than the criteria of 70 percent, statistically significant at the level of .05

Keyword : inquiry process, Ill-structure Problem, Computational thinking skill



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความรู้และคำแนะนำตลอดช่วงเวลาในการศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งนี้

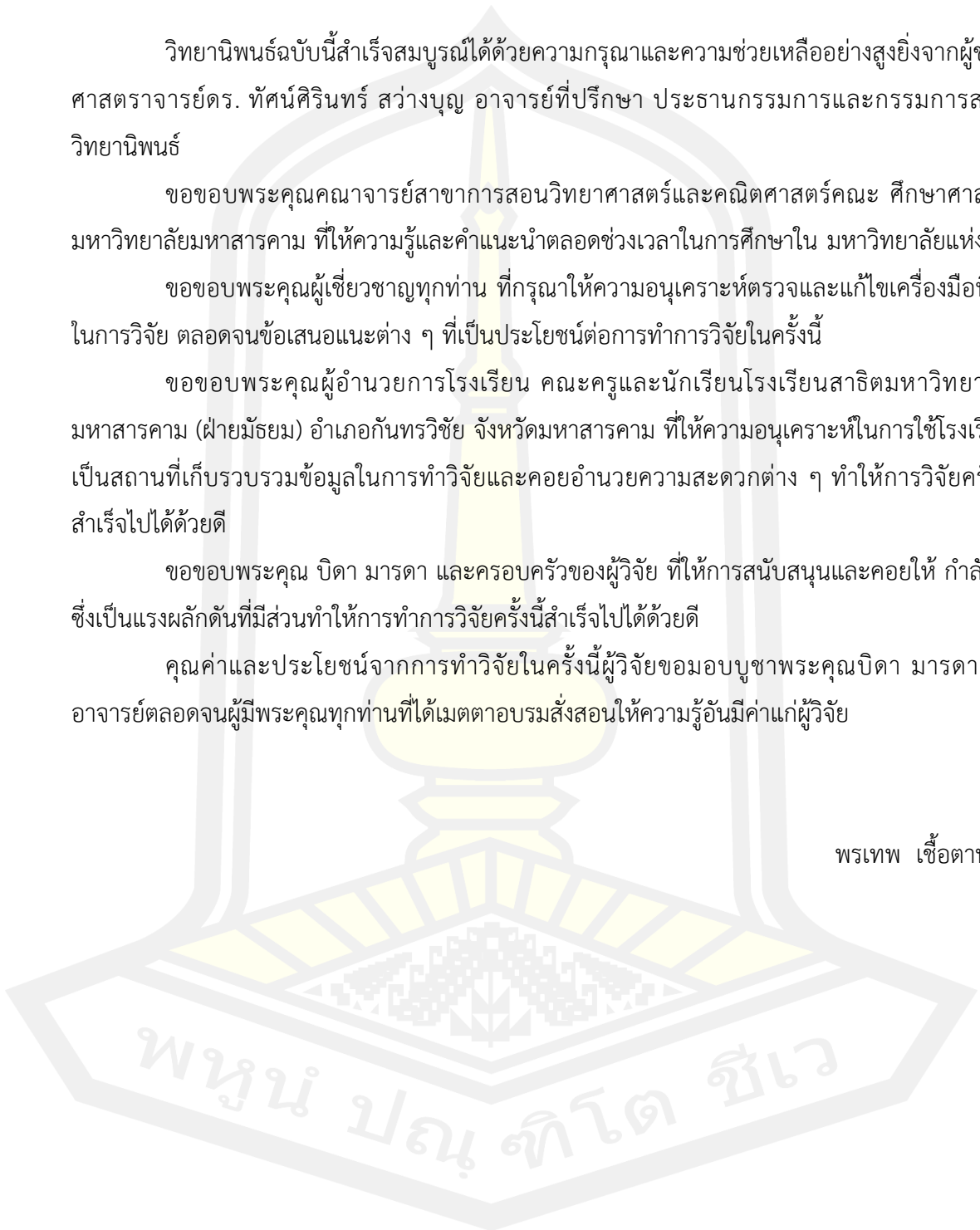
ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูและนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและคอยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้ กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การทำการวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้วิจัย

พรเทพ เชื้อตาพระ



สารบัญ

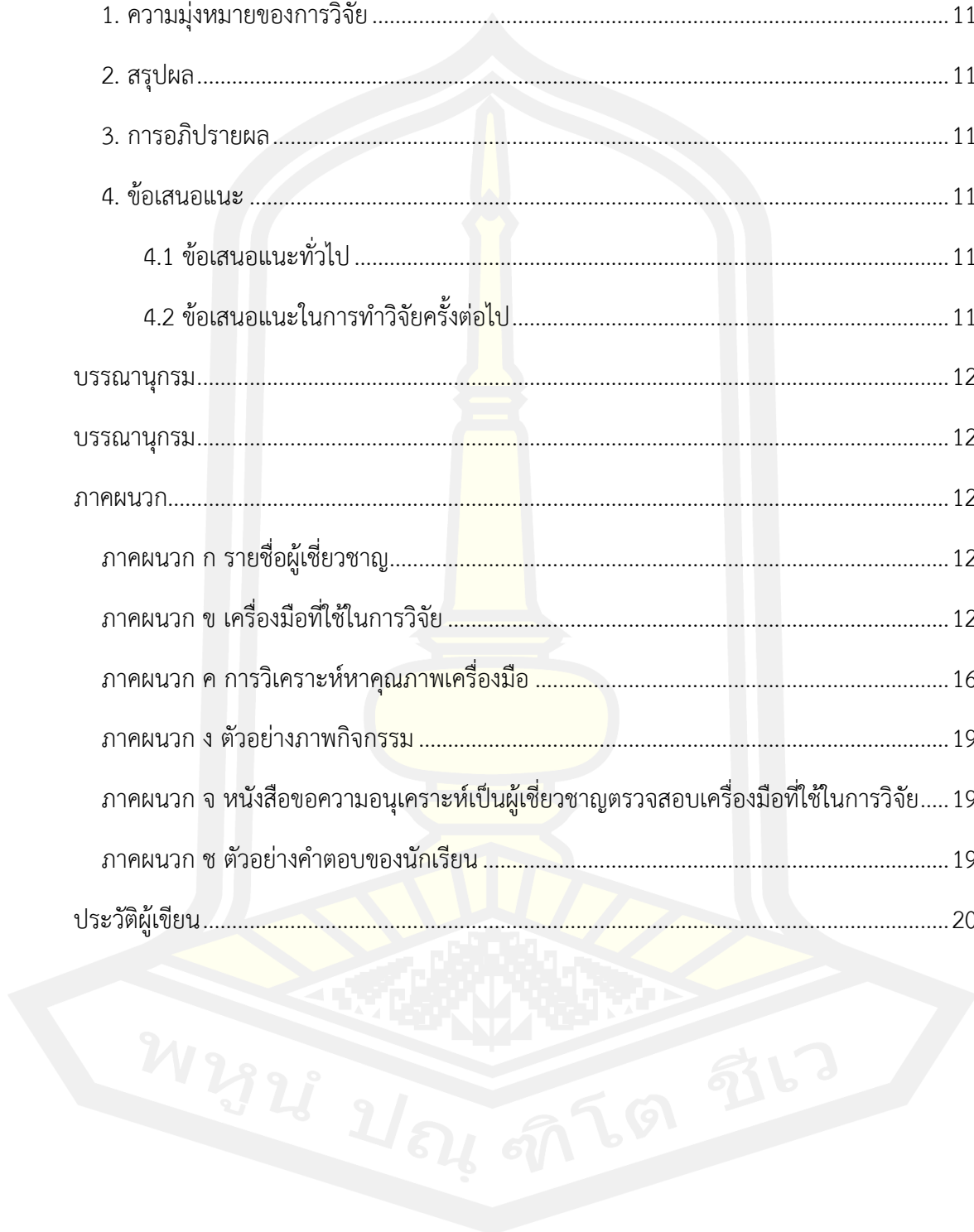
หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญรูปภาพ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาในการวิจัย.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	5
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	5
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ.....	6
2. กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์.....	6
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ สมบูรณ์.....	7
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	8

6. ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Skill)	9
7. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้.....	9
บทที่ 2	11
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
2.1. หลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง ตัวชี้วัด พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2563) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฝ่ายมัธยม.....	11
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	19
2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ.....	19
2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	20
3. กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์.....	25
3.1 ความหมายของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์	26
3.2 กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์	27
3.3 ความสำคัญของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์.....	31
3.4 แนวทางการพัฒนาโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์	32
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์.....	33
5. การคิดเชิงคำนวณ.....	37
5.1 ความหมายและความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ	37
5.2 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ.....	39
5.3 แนวทางการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ	43
5.4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ	48
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	49
6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	49
6.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย	50

6.3 เครื่องมือวัดประเมินผลสัมฤทธิ์.....	57
6.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	59
7. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E_1/E_2)	63
7.1 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม	63
7.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ.....	65
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	70
8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์	70
8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	72
8.3 งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงคำนวณ	74
9 กรอบแนวคิดงานวิจัย	77
บทที่ 3	78
วิธีดำเนินการวิจัย	78
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	78
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	78
3. การสร้างและคุณภาพเครื่องมือ	79
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	95
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	97
บทที่ 4	103
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	103
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	103
2. ลำดับขั้นที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	104
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	104
บทที่ 5	111

สรุปผล อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ	111
1. ความมุ่งหมายของการวิจัย	111
2. สรุปผล	111
3. การอภิปรายผล	112
4. ข้อเสนอแนะ	117
4.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป	117
4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	118
บรรณานุกรม	120
บรรณานุกรม	121
ภาคผนวก	126
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	127
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	129
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ	169
ภาคผนวก ง ตัวอย่างภาพกิจกรรม	190
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	192
ภาคผนวก ช ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน	197
ประวัติผู้เขียน	204



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2564	18
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์	29
ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์.....	34
ตารางที่ 4 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของขั้นตอนในการสอน กิจกรรม บทบาทครูและนักเรียน.....	35
ตารางที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์กับการคิดเชิงคำนวณ	36
ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดเชิงคำนวณและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม .	40
ตารางที่ 7 เกณฑ์คะแนนแบบรูปรีของแบบทดสอบการค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดของ.....	48
ตารางที่ 8 แสดงอนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูม (นันทภัส นิยมทรัพย์, 2560)....	55
ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลา	81
ตารางที่ 10 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนสถานการณ์ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและสาระการเรียนรู้.....	87
ตารางที่ 11 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรี.....	88
ตารางที่ 12 การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ.....	92
ตารางที่ 13 แบบแผนการทดลองเบื้องต้น One Group Posttest Only Design.....	95
ตารางที่ 14 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก	105

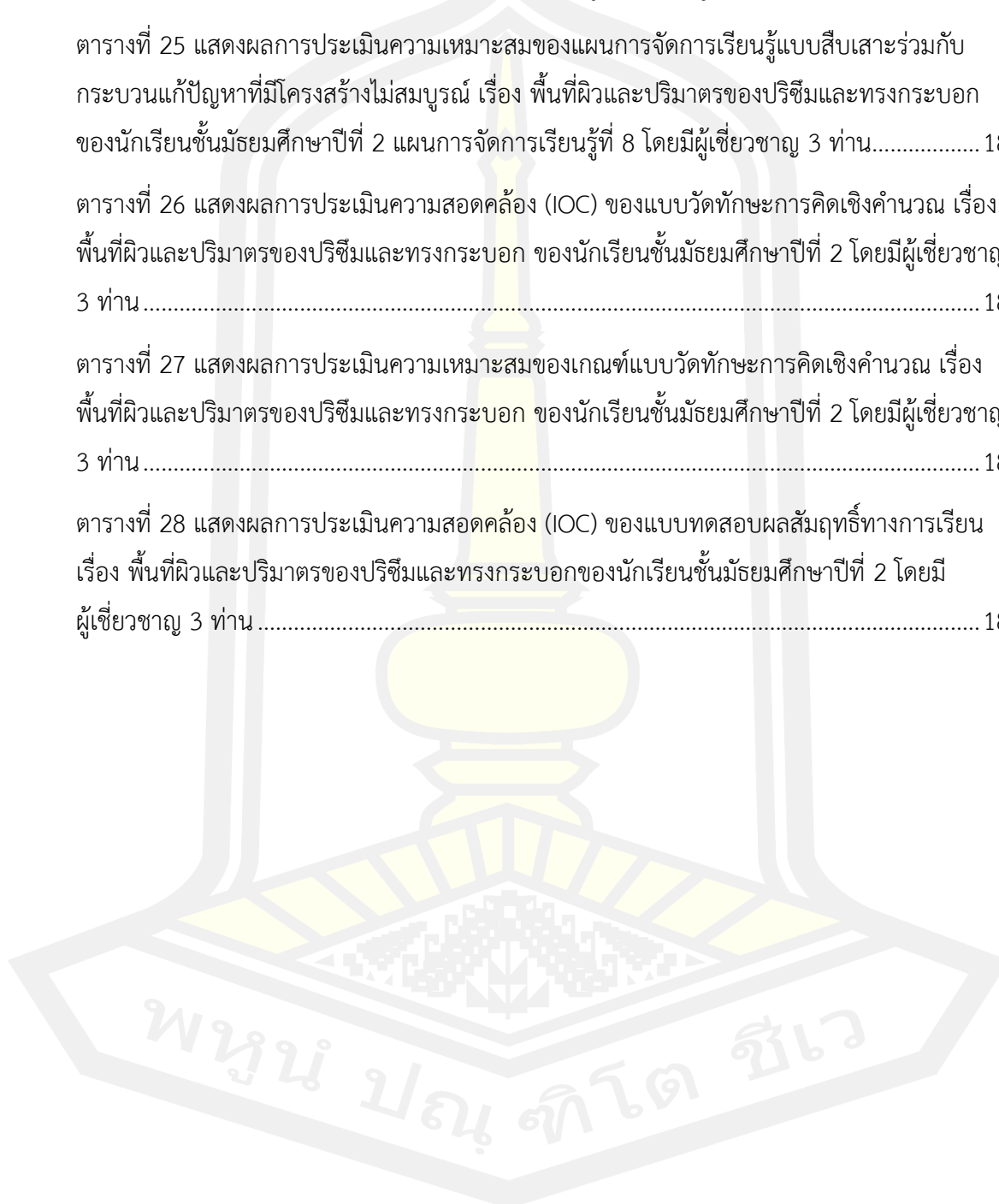
ตารางที่ 24 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ
กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน..... 183

ตารางที่ 25 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ
กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน..... 185

ตารางที่ 26 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง
พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ
3 ท่าน 186

ตารางที่ 27 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง
พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ
3 ท่าน 187

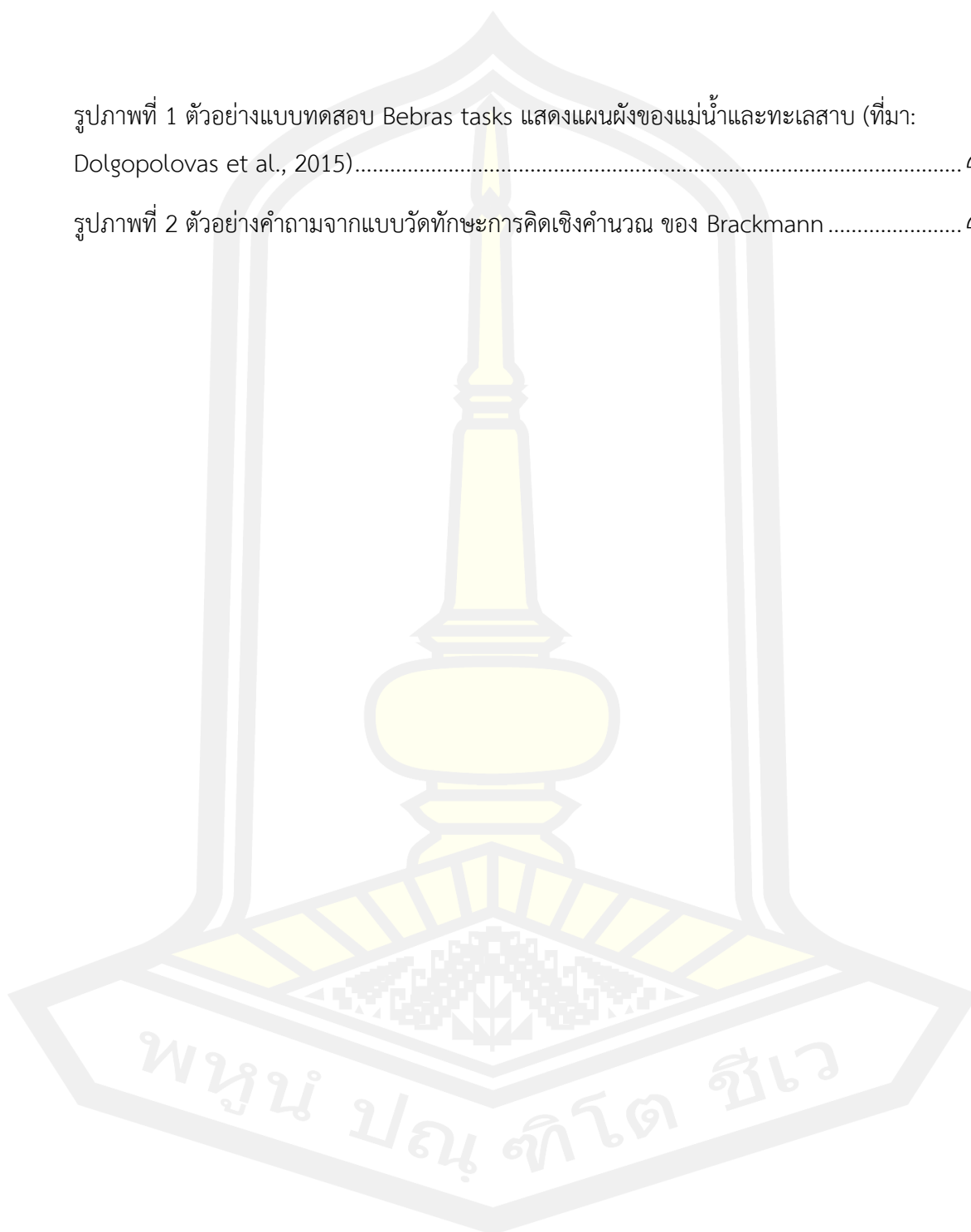
ตารางที่ 28 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมี
ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน 188



สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 1 ตัวอย่างแบบทดสอบ Bebras tasks แสดงแผนผังของแม่น้ำและทะเลสาบ (ที่มา: Dolgopolovas et al., 2015).....	44
รูปภาพที่ 2 ตัวอย่างคำถามจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของ Brackmann	47



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาในการวิจัย

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่พื้นฐานแล้วเกี่ยวกับตัวเลข การคำนวณ การใช้เหตุและผลเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันซึ่งจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง ทั้งช่วยในการพัฒนากระบวนการคิดให้คิดอย่างมีเหตุผล คิดวิเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ และเป็นแบบแผนมากขึ้น อันจะนำมาซึ่งการคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ เปิดโอกาสให้เยาวชนได้นำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิต โดยมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ และเตรียมให้ผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ 2560) ซึ่งการดำเนินการในชีวิตหรือการทำงานในด้านต่าง ๆ ล้วนต้องเจอปัญหาที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ดังนั้นทักษะสำคัญที่ต้องมีการเพิ่มระดับการเรียนรู้ที่สูงขึ้นเพื่อเป็นการพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้สอดคล้องตามการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือทักษะที่สามารถแก้ไขหรือวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ที่สามารถใช้ในการดำรงชีวิตได้ในยุคปัจจุบันนี้ ซึ่งแนวคิดสำคัญสำหรับการแก้ไขหรือวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ นั้น คือแนวคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นทักษะประเภทหนึ่งที่เป็นต่อผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ในเรื่องของการวิเคราะห์ปัญหาหลัก โดยมีการสังเกตรูปแบบของปัญหา และสถานการณ์ เพื่อนำไปใช้ในลักษณะที่เป็นรูปแบบ (ปรีดี ปลื้มสำราญกิจ 2560:142)

การคิดเชิงคำนวณเป็นการแก้ปัญหาที่มีลักษณะพิเศษคือประยุกต์ใช้หลักการของวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย การกำหนดสาระสำคัญหรือคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การย่อยปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ แม้ว่าความสามารถในการคิดเชิงคำนวณจะถูกส่งเสริมในแวดวงสาระวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่ แต่มีความจำเป็นที่ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้กับนักเรียนในสาระ วิชาอื่น ๆ ที่หลากหลายไม่ใช่เพียงแต่ในสาระวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Yadav et al., 2011) โดยในการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันโจทย์ปัญหาส่วนใหญ่มีความซับซ้อนทั้งในด้านการวิเคราะห์ โจทย์ปัญหา ด้านการคำนวณ หรือด้านการหาวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ

จากข้อมูลของค่าสถิติผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ประจำปีการศึกษา 2563 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 25.46 คะแนนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนนซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) นอกจากนี้จากการรายงานผลของโรงเรียนสาธิตมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จังหวัดมหาสารคาม ได้รายงานผลคะแนนการทดสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ดังนี้ ปีการศึกษา 2561 มีค่าเฉลี่ย 53.10 คะแนน ปีการศึกษา 2562 มีค่าเฉลี่ย 49.63 คะแนนและปีการศึกษา 2563 มีค่าเฉลี่ย 39.16 (โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม), 2564) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยลดลงในทุกๆปี และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564) และจากที่ผู้วิจัยได้ไปทดลองสอนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเรียนรู้ทฤษฎีเพื่อนำไปใช้ในการหาคำตอบของโจทย์ได้ดี แต่ไม่สามารถนำทฤษฎีไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาได้ หรือเมื่อเจอปัญหาที่ซับซ้อน นักเรียนไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดทักษะในการแก้ปัญหา (สุกัญญา ศรีสาคร, 2547) ทั้งนี้อาจเกิดจากสาเหตุ ครูไม่เข้าใจวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและครูผู้สอนส่วนใหญ่ขาดทักษะในการสอนให้ผู้เรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์ ประกอบกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้มีมาก ทำให้ครูเร่งรีบและกังวลกับการสอนเนื้อหาให้ครบมากกว่าการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ ทำให้การเรียนการสอนของประเทศไทยในปัจจุบันยังใช้วิธีการที่ครูเป็นผู้อธิบายเป็นส่วนใหญ่ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนท่องจำ ไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนขาดความกระตือรือร้น และขาดความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน (ทิตนา แคมมณี, 2550) เมื่อนักเรียนถูกจำกัดให้อยู่แต่กับเนื้อหาที่มาก โจทย์ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม ๆ ซึ่งแตกต่างกับปัญหาที่นักเรียนจะต้องพบเจอในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูล หรือนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งอาจจะทำให้นักเรียนขาดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและมีอิสระในการคิดการแสดงออก ที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และสร้าง

องค์ความรู้ใหม่ รวมทั้งให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม 2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ 3. ขั้นสรุป 4. ขั้นฝึกทักษะ 5. ขั้นนำความรู้ไปใช้และ 6. ขั้นประเมินผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ซึ่งจะสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ในขั้นที่ฝึกทักษะให้นักเรียนได้ฝึกย่อยปัญหาหารูปแบบและขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง และในขั้นนำความรู้ไปใช้ นักเรียนสามารถนำแนวทางการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือปัญหาที่เกิดขึ้นได้กับในชีวิตประจำวัน ลักษณะของปัญหาเช่นนี้มีความคล้ายคลึงกับปัญหาที่ครูสอนในห้องเรียน ที่เรียกว่า ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (ill-structured problem) ที่มีความซับซ้อน ประกอบด้วยเงื่อนไขข้อจำกัด มีความคลุมเครือไม่ชัดเจน เนื่องจากขาดข้อมูลที่ชัดเจนและจำเป็น จึงต้องมีการรวบรวมข้อมูลและวางแผนอย่างเหมาะสมก่อน คำตอบอาจมีหนึ่งคำตอบ มีหลายคำตอบ หรือไม่มีคำตอบ ซึ่งเป็นกระบวนการทางความคิดในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ที่มาจากปัญหาที่พบได้ในชีวิตจริง ประกอบด้วยเงื่อนไข ข้อจำกัด และมีความคลุมเครือไม่ชัดเจน เนื่องจากขาดข้อมูลที่ชัดเจนและจำเป็น Voss & Post(1988) และ Sinnott(1989) ได้นำเสนอขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ประกอบด้วย 3 ขั้น ได้แก่ 1. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา ให้พิจารณาสิ่งที่โจทย์ให้มา และประเภทของปัญหาว่าเกี่ยวกับอะไรตรวจสอบความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาวิเคราะห์สาเหตุและข้อจำกัดต่าง ๆ 2. ขั้นค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ เลือกข้อมูลที่ใช้สำหรับแก้ปัญหา และค้นหาคำตอบซึ่งคำตอบอาจจะมีหลากหลายแบบให้สร้างคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดและเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้แก้ปัญหารับรู้ และ 3. ขั้นติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามustดำเนินการติดตามและประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการคิดของตนเองอย่างต่อเนื่องหลักจากแสดงเหตุผลที่มีต่อคำตอบที่เลือก ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นั้นพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ ไม่ว่าจะเป็นด้านการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา ด้านการหารูปแบบ ด้านการคิดเชิงนามธรรม และด้านการออกแบบขั้นตอนวิธี

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีความสำคัญ คือ การสอนที่ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและนำความรู้ไปแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ และอีกวิธีที่จะช่วยให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดีขึ้น คือ กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

มีความรอบคอบ วางแผนแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และนำทักษะความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยนำกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ใส่ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะในขั้นที่ 5 ชี้นำความรู้ไปใช้ซึ่งเป็นการให้นักเรียนนำกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้นในเนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสำคัญดังนี้

1. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ได้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและเป็นแนวทางในการกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป
2. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 5 ห้อง ซึ่งเป็นนักเรียนห้องปกติ จำนวน 190 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม) จำนวน 1 ห้อง ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก

ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นหาความรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งวิทยาการต่าง ๆ ที่หลากหลายเป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มาโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดลำดับขั้นตอนการสอนไว้ดังนี้

1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่โดยยกสถานการณ์ต่าง ๆ หรือให้ตัวอย่างแก่นักเรียนใช้บทสนทนาถามตอบในสิ่งที่เรียนรู้แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมพร้อมในชั่วโมงเรียน

2) ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมในชั้นเรียนเพื่อหาประสบการณ์ต่าง ๆ ผ่านสื่อการสอนโดยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาและการแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ

3) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหากิจกรรมในชั้นเรียนที่จัดขึ้นในขั้นสอนเนื้อหาใหม่จนนักเรียนได้ข้อสรุปของเนื้อหา

4) ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำความรู้หรือทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นการสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุปนำมาใช้ให้เกิดความชำนาญโดยครูนำแบบฝึกทักษะที่เป็นโจทย์ปัญหาที่แตกต่างกันตัวอย่างที่นำมาให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา

5) ขั้นนำความรู้ไปใช้ เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้วในขั้นนี้จะนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ถูกต้องโดยครูนำโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นหรือโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหา

6) ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่านักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่โดยครูนำแบบทดสอบท้ายคาบหรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอนมาให้นักเรียนทดสอบหรือทำและครูนำไปตรวจสอบเพื่อประเมินผล

2. กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ หมายถึง การดำเนินการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นปัญหาที่ซับซ้อน ประกอบด้วยเงื่อนไข ข้อจำกัด และมีความคลุมเครือไม่

ชัดเจน เนื่องจากขาดข้อมูลที่ชัดเจนและจำเป็น โดยแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Voss & Post(1988) และ Sinott(1989) ประกอบด้วย 3 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา เมื่อพบโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ให้พิจารณาสิ่งที่โจทย์ให้มาและประเภทของปัญหาว่าเกี่ยวกับอะไร ตรวจสอบความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วิเคราะห์สาเหตุและข้อจำกัดต่าง ๆ การสร้างตัวแทนปัญหาสำหรับโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์อาจมีรูปแบบที่หลากหลายขึ้นอยู่กับกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดและบริบทของเงื่อนไขแต่เลือกตัวแทนปัญหาเพียงอันเดียวโดยใช้หลักการและเหตุผล ซึ่งมีขั้นย่อย ๆ ขั้นตอน ดังนี้

1.1 อ่านข้อความปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจ สังเกตและจับประเด็นสำคัญของปัญหา ได้ ว่าโจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร

1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา จับความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดหรือเงื่อนไขต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร จนไปถึงการคาดเดาคำตอบที่เป็นไปได้

1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน เป็นการเลือกแนวทางเพื่อหาคำตอบ เช่น ระบุ ทฤษฎีบท กฎ สูตรที่ใช้ และเขียนประโยคสัญลักษณ์

ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ เลือกข้อมูลที่ใช้สำหรับแก้ปัญหา และ ค้นหาคำตอบซึ่งคำตอบอาจจะมีหลากหลายแบบให้สร้างคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดและเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้แก้ปัญหารับรู้ โดยผู้แก้ปัญหามustสร้างแบบจำลองขึ้นในใจ (Mental model) เพื่อระบุ เลือก และวิเคราะห์คำตอบ โดยอิงจากตัวแทนปัญหาในขั้นที่ 1 ซึ่งแบบจำลองในใจที่สร้างขึ้นจะนำมาสู่คำตอบ โดยวิเคราะห์ความเป็นไปได้จากสาเหตุของปัญหาหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดและให้เหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา

ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามustดำเนินการติดตามและ ประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการคิดของตนเองอย่างต่อเนื่องหลังจากแสดงผลที่มี ต่อคำตอบที่เลือกกว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้นและเป็นเช่นนั้นได้อย่างไร อาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้น ขั้นตอนนี้ทำให้ผู้แก้ปัญหามustย้อนกลับไปดูกระบวนการหาคำตอบที่เลือกมาและกลับไปเลือกคำตอบที่เหมาะสมต่อไปได้

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถคิดค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหาได้หลากหลายและมีความสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีหรือที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องซึ่ง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่โดยยกสถานการณ์ต่างๆ หรือให้ตัวอย่างแก่นักเรียน ใช้บทสนทนาถามตอบในสิ่งที่เรียนรู้แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเตรียมพร้อมในชั่วโมงเรียน

2) ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนในรูปแบบใบกิจกรรมกลุ่ม เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา หลังจากนั้นครูก็ทำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเนื้อหา การจัดประสบการณ์ต่างๆผ่านสื่อการสอน โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และการแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ

3) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูตั้งประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันสรุปกิจกรรมให้เกิดเป็นองค์ความรู้ที่นักเรียนทุกคน

4) ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำความรู้หรือทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นการสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุปนำมาใช้ให้เกิดความชำนาญโดยครูนำแบบฝึกทักษะที่เป็นโจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากตัวอย่างที่ให้มาให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา

5) ขั้นนำความรู้ไปใช้ เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้วในขั้นนี้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากขั้นฝึกทักษะมาประยุกต์ใช้กับโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นหรือโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน โดยครูนำโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มาให้นักเรียน เริ่มจากการให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา กำหนดเงื่อนไขความสัมพันธ์ การเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ตลอดจนการหาคำตอบและการติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา

6) ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่านักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่โดยครูนำแบบทดสอบท้ายคาบหรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอนมาให้นักเรียนทดสอบหรือทำ และครูนำไปตรวจสอบเพื่อประเมินผล

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากการจัดการเรียนรู้ที่วัดได้จากการประเมินนักเรียนตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูม แบ่งออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ระดับความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการประยุกต์ใช้ ระดับการวิเคราะห์ ระดับการสังเคราะห์และ

ระดับการประเมินค่า โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

6. ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Skill) หมายถึง ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยวิเคราะห์ข้อมูลและรายละเอียดปัญหา หาความสัมพันธ์ของปัญหา และวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน เพื่อให้วิธีการแก้ปัญหานั้น เป็นรูปแบบที่ผู้แก้ปัญหาสามารถปฏิบัติตามได้อย่างประสิทธิภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่

6.1 การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) คือ ความสามารถในการแบ่งหรือจำแนกองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นส่วนย่อยเพื่อการจัดการได้ง่ายขึ้น โดยองค์ประกอบนี้จะแบ่งวัดเป็น 2 ด้าน คือ ด้านการแยกส่วนประกอบ และด้านการย่อยปัญหา

6.2 การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการมุ่งคิดไปที่ข้อมูลสำคัญของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหาโดยคัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป

6.3 การหารูปแบบ (Pattern recognition) คือความสามารถในการพิจารณาหารูปแบบแนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของข้อมูลเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีการแก้ปัญหา

6.4 การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms) คือ ความสามารถในการคิดค้นและสร้างลำดับขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา

ซึ่งทักษะการคิดเชิงคำนวณ สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ซึ่งในแต่ละข้อจะประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ แต่มี 5 ข้อคำถาม คือ การแยกส่วนประกอบ การย่อยปัญหา การคิดเชิงนามธรรม การหารูปแบบ และการออกแบบขั้นตอนวิธี

7. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 หมายถึง ค่าตัวเลขที่บอกถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเป็นนวัตกรรมที่เน้นการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.1 เกณฑ์ 70 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพกระบวนการ คิดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำใบกิจกรรมในชั้นเรียนและแบบทดสอบย่อยท้ายแผน ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้สัดส่วน 60:40 ตามลำดับ ที่มีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

7.2 เกณฑ์ 70 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำ แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หาค่าเฉลี่ยคิดสัดส่วน 50:50 ของคะแนนรวมและคิดเป็นร้อยละ 70



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด และทฤษฎี จากเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยในครั้งนี้ดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง ตัวชี้วัด พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2563) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฝ่ายมัธยม

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.3 กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

2.4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.5 ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.7 ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E_1/E_2)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.9 กรอบแนวคิดงานวิจัย

2.1. หลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง ตัวชี้วัด พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2563) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฝ่ายมัธยม

1) หลักการ

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เป็น หลักสูตรที่จัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบ มีจุดเด่นที่เน้นการพัฒนาผู้เรียนตามความถนัดและตามศักยภาพ ตอบสนองความต้องการในการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาและการประกอบอาชีพในอนาคต ครอบคลุม ทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนและประสบการณ์สร้างเจตคติที่ดีต่อการใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศ นวัตกรรม ส่งเสริมการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถดึงศักยภาพของผู้เรียนตามความสนใจและความถนัด ปลุกฝังคุณธรรม จริยธรรมและถ่ายทอดวัฒนธรรม เอกลักษณ์สู่มาตรฐานสากล

2) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

- 2.1 เป็นหลักสูตรที่เน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเจริญงอกงามด้านสติปัญญา ร่างกาย จิตใจ และสังคม
- 2.3 พัฒนาศักยภาพผู้เรียนในหลายหลักสูตรและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีวิชาเลือกเสรีเฉพาะด้านสำหรับพัฒนานักเรียนตามความสนใจและความถนัด
- 2.4 พัฒนาศักยภาพผู้เรียนในหลักสูตรที่หลากหลายในระดับชั้น ม.ปลายและมีการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามความสนใจและความถนัดอย่างต่อเนื่อง โดยในสายวิทยาศาสตร์มีหลักสูตร วิทยาศาสตร์สุขภาพ หลักสูตรวิทยาศาสตร์วิศวกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วไป หลักสูตร SCIENCE – MATHEMATICS GIFTED หลักสูตรโครงการ รวมว. และสายศิลป์มีหลักสูตร ENGLISH GIFTED หลักสูตร ศิลป์ภาษา ซึ่งเน้นภาษาที่หลากหลาย มีวิชาเลือกเสรีเฉพาะด้านสำหรับพัฒนานักเรียนตามความสนใจ และความถนัดมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
- 2.5 สามารถให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ มีวินัยในตนเอง กล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็น และมีสภาวะความเป็นผู้นำเพื่อพัฒนาไปสู่ความเป็นประชาธิปไตย
- 2.6 มีคุณธรรมจริยธรรมในด้านความกตัญญู ความเมตตากรุณา ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ความซื่อสัตย์ รู้จักประหยัด รักษาวินัยไทยและความสามัคคีและมีความนิยมในการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม
- 2.7 มีความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจและนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิต เพื่อประโยชน์ที่จะเกิดกับตนเองและสังคม

2.8 มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการเพื่อการส่งค้นข้อมูลและนำเสนอ

2.9 มีสุนทรียภาพในด้านศิลปะ ดนตรีและกีฬา

2.10 มีวิจรรย์ญาณในการแก้ปัญหาสามารถปรับตัวและเผชิญกับปัญหาได้อย่างชาญฉลาด

3 วิสัยทัศน์ เป็นองค์กรที่มีศักยภาพในการพัฒนาผู้เรียนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ กำกับการเรียนรู้ของตนเอง การหล่อหลอมทักษะการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งการเรียนรู้ ด้านวิชาชีพและทักษะชีวิต ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21

4 วัตถุประสงค์

4.1 เพื่อเป็นสถานศึกษาของบุตรข้าราชการ พนักงานมหาวิทยาลัย และลูกจ้างประจำของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

4.2 เพื่อเป็นโรงเรียนต้นแบบและสร้างเครือข่ายที่มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ อันเหมาะสมแก่การพัฒนาสังคมไทยในปัจจุบันและอนาคต

4.3 เพื่อเป็นแหล่งวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันของอาจารย์และนักเรียน ให้นักเรียนได้รู้คุณค่าคุณธรรมอย่างแท้จริง

4.4 เพื่อเป็นการบริการการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาให้กับเยาวชน

4.5 เพื่อเป็นสถานศึกษาสำหรับบริการวิชาการและฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

5 พันธกิจ

พันธกิจหลักที่โรงเรียนเน้นในการดำเนินการมีดังนี้

5.1 เป็นสถาบันต้นแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานสากล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพและมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5.2 พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับแผนการศึกษา ของชาติ

5.3 ส่งเสริมการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้

5.4 พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ โดยยึดหลักธรรมาภิบาล โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้

5.5 พัฒนาความร่วมมือด้านเครือข่ายทางวิชาการระหว่างองค์กรทั้งในและต่างประเทศ และทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม

6 ยุทธศาสตร์

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การพัฒนาระบบการดูแลช่วยเหลือนักเรียนเพื่อให้เกิดพัฒนาการเรียนรู้อย่างดี ยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาระบบกิจกรรมพิเศษที่มุ่งพัฒนาศักยภาพนักเรียนทั้งในห้องเรียนและใน สถานการณ์จริง ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและการแข่งขันภายนอก

ยุทธศาสตร์ที่ 4 ส่งเสริมค่านิยมพื้นฐานของระบบผู้นำแบบเอื้ออำนวย โดยอาศัยแนวคิดแบบผู้นำร่วม (Collective Leader)

ยุทธศาสตร์ที่ 5 พัฒนาระบบความก้าวหน้าของบุคลากร สร้างขวัญกำลังใจ และการเติบโตในสายงาน ผ่านการยึดโยงสู่คุณภาพผู้เรียน

ยุทธศาสตร์ที่ 6 พัฒนาระบบสิ่งแวดล้อม ปรับปรุงสภาพบรรยากาศห้องเรียน สภาพแวดล้อมใน โรงเรียน ด้วยแนวคิดที่เอื้อต่อการเรียนรู้ การใช้พลังงานทดแทน และการมีส่วนร่วม ของสมาคมผู้ปกครอง และการปรับเปลี่ยนระบบหอพักของนักเรียน ภายใต้บรรยากาศที่ดีและสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับวัย

ยุทธศาสตร์ที่ 7 พัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ การประชาสัมพันธ์ และภาพลักษณ์ องค์กรของ โรงเรียนให้มีประสิทธิภาพและมาตรฐาน

ยุทธศาสตร์ที่ 8 พัฒนางานองค์กรสัมพันธ์ให้มีประสิทธิภาพและมาตรฐาน

7 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียน ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ ดังนี้

7.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้ มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ต่อตนเองสังคมและสิ่งแวดล้อม

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และ การรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้การสื่อสาร การทำงานการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

8 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

8.1 มีความรักและเทิดทูนสถาบันหลัก คือชาติ ศาสน์กษัตริย์

8.2 มีความซื่อสัตย์สุจริต ทั้งต่อตนเองและผู้อื่น

8.3 มีวินัย มีความรับผิดชอบ มีความกตัญญูต่อผู้มีพระคุณ

8.4 ใฝ่เรียนรู้แสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

8.5 อยู่อย่างพอเพียง รู้จักดำรงตนให้อยู่ในความพอดี

8.6 มุ่งมั่นและขยันในการเรียน การทำงาน

8.7 รักความเป็นไทย รู้จักคุณค่า และธำรงไว้ซึ่งศิลปวัฒนธรรม

8.8 มีจิตสาธารณะ เรียนรู้ในการช่วยเหลือผู้อื่นและสังคม

8.9 กล้าคิด กล้าทำและกล้านำ มีความกล้าทางความคิด คิดเชิง

สร้างสรรค์กล้าเป็นผู้นำในการปฏิบัติในสิ่งที่ดีงาม

นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและ จุดเน้นของตนเองที่บ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) คือ กล้าคิด กล้าทำ และกล้านำ

นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและ จุดเน้นของตนเองที่บ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) คือ กล้าคิด กล้าทำ และกล้านำ

9 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับ และ อนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบาย ความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหา ที่กำหนดให้

หมายเหตุ: มาตรฐาน ค 1.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิตและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.3 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.4 เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้
หมายเหตุ: 1. มาตรฐาน ค 2.1 และ ค 2.2 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

2. มาตรฐาน ค 2.3 และ ค 2.4 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่ เน้น วิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการ แก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

หมายเหตุ: มาตรฐาน ค 3.2 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6

สาระที่ 4 แคลคูลัส

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของ ฟังก์ชัน และปริพันธ์ของฟังก์ชัน และนำไปใช้

การสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ได้จัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรสถานศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง ตัวชี้วัด พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2563) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฝ่ายมัธยม โดยในภาคเรียนที่ 1 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 (ค22201) มี จำนวน 1 หน่วยกิต กำหนดการจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 20 สัปดาห์ รวม 80 ชั่วโมง และภาคเรียนที่ 2 จะเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 (ค22202) มี จำนวน 1 หน่วยกิต กำหนดการจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 20 สัปดาห์ รวม 80 ชั่วโมง โดยมีโครงสร้างรายวิชาดังนี้

รหัส ค32102

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่2

วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 เวลา 4 ชั่วโมง /สัปดาห์

จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกการแก้ปัญหาเรื่อง

ปริซึมและทรงกระบอก การหาพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก การนำความรู้ เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอกไปใช้ในการแก้ปัญหา การหาปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกไปใช้ใน โดยจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้พัฒนา ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อันได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การใช้เหตุผลและการคิดสร้างสรรค์ การใช้สื่ออุปกรณ์ เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูล และนำประสบการณ์ตลอดจนทักษะและกระบวนการที่ได้ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ มีความรอบคอบและมีวิจารณญาณ การวัดและประเมินผลใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับสาระและทักษะที่ต้องการวัด

รหัสตัวชี้วัด

ค2.1 ม.2/2

รวมทั้งหมด 1 ตัวชี้วัด

ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2564

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
----------	----------------------	-------------------	-------------------------

1	พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม และทรงกระบอก	ค2.1 ม.2/2	พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม พื้นที่ผิว และปริมาตรของทรงกระบอก
รวม			

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry Process) หรือ การสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ เป็นการจัดการเรียนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ระบุไว้ในคู่มือครู คณิตศาสตร์ หรือเรียกว่า การเรียนรู้ตามรูปแบบปกติ โดย สสวท. และมีนักการศึกษาและนักวิชาการ ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ดังนี้

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 16) ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ คือการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้น ให้ผู้เรียนสืบค้น หรือค้นหาคำตอบประเด็น ปัญหาที่กำหนด

ทิศนา ขัมมณี (2553, หน้า 141) ได้ให้ความหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ คือการดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้น ให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิดและลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้ง ทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

วัชรรา เล่าเรียนดี (2554, หน้า 101) ได้ให้ความหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่า เป็นกระบวนการหรือวิธีคิด หรือวิธีแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะต้องมีการสังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล และลงข้อสรุป รวมทั้งการใช้ทักษะการถามคำถาม ตั้งคำถามเพื่อการสืบเสาะ และทักษะในการแก้ปัญหา

เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร (2555, หน้า 95) ให้ความหมายว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้(Constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นัก เรียนจะต่อ สืบค้น เสาหา สำรวจ ตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้น อย่างมีความหมาย และสามารถสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2555, หน้า 55) ได้ให้ความหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ คือการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

จากความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะดังกล่าว สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หมายถึง การเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้หรือสร้างความรู้ใหม่ๆ ด้วยตัวเอง ซึ่งเป็นกระบวนการตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยผู้สอนจะมีการใช้คำถามหรือสร้างสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้ กระบวนการทางความคิด เพื่อค้นหาคำตอบ และช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ

2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2539) การจัดการเรียนการสอน ต้องคำนึงถึงขั้นตอนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเห็นว่าการสอนคณิตศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นตอนเตรียมพร้อมนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมา ก่อนแล้วกับความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกันหรือให้สัมพันธ์กัน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเรื่องที่สนใจ อาจเกิดจากความสงสัยหรือความสนใจของนักเรียน

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นตอนการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ โดยการใช้ของจริง เป็นสิ่งที่เป็รูปรธรรม การใช้รูปภาพ ของจำลอง และสื่อต่างๆ การใช้สัญลักษณ์ โดยหลังจากที่นักเรียนเห็นการใช้ของจริงแล้ว ครูจะอธิบายการใช้สัญลักษณ์แทนสื่อต่างๆ เหล่านั้น ให้ตัวอย่าง สนทนาถามตอบ ทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ ให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ตามวัตถุประสงค์กำหนด

3. ขั้นสรุป ก่อนสรุป ครูต้องตรวจสอบนักเรียนดูว่าเข้าใจเนื้อหาใหม่ที่สอนหรือไม่ ถ้ายังไม่เข้าใจอาจต้องทบทวนหรือเริ่มสอนใหม่ ถ้านักเรียนเข้าใจดีแล้ว อาจจะแนะเทคนิควิธีลัดต่างๆ และใน การสรุปควรให้ผู้เรียนเป็นผู้สรุปองค์ความรู้เอง โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ

4. ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้น สรุปมาฝึกฝนให้นักเรียนเกิดความชำนาญ คล่องแคล่วมากขึ้นจนกลายเป็นทักษะ โดยเป็นการฝึกฝนจาก การทำโจทย์ ทำแบบฝึกหัด หรือใช้เกมส์คณิตศาสตร์มาให้นักเรียนก็ได้

5. ขนึ้่นำความรู้ไปใช้ เมื่อนักเรียนเข้าใจเนื้อหาแล้ว จะเป็นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาหรือแก้โจทย์ที่เกี่ยวข้อง กับชีวิตจริง

6. ขนึ้ประเมินผล เป็นขั้นตอนการประเมินกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น การใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นแบบอัตนัยและปรนัยว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ต้องสอนเสริม ถ้าได้ก็ สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

กรมวิชาการ (2542) รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีหลายรูปแบบในที่นี้จะกล่าวถึง รูปแบบการเรียนการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีรูปแบบ โครงสร้างและองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

ชั้นที่ 1 ทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม เพื่อนำความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนแล้วเป็น พื้นฐานในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ทั้งเป็นการเชื่อมต่อกับความรู้เดิมและความรู้ใหม่จะทำให้เด็กเกิดความ เข้าใจ เกิดความคิดรวบยอด

ชั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่สอนใหม่ ควรจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้เนื้อหา ใหม่โดยจัดลำดับดังนี้ ให้ประสบการณ์จากของจริง จัดกิจกรรมโดยใช้ภาพ จัดกิจกรรมโดยใช้สัญลักษณ์

ชั้นที่ 3 ตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาใหม่หรือไม่ ถ้าไม่แน่ใจต้องทบทวน ถ้าเข้าใจแล้วร่วมกันสรุปเป็นวิธีลัด เพื่อนำไปใช้

ชั้นที่ 4 เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีคำนวณแล้วให้ฝึกทักษะจากหนังสือ เรียนหรือบัตรงาน

ชั้นที่ 5 นำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นเชื่อมโยงตัวเลขให้สัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาเพื่อนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันและวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง

ชั้นที่ 6 ประเมินผล เป็นขั้นที่ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่าผ่านตามจุดประสงค์หรือไม่ ถ้าผ่านก็เรียนเนื้อหาต่อไป ถ้าไม่ผ่านก็สอนซ่อมเสริม

กัญญา โพธิ์วัฒน์ (2542) ลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำหนดไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียน กิจกรรมที่จัดนั้นเริ่มจาก

2.1 ใช้ของจริงประกอบการสอน หมายถึง ครูและนักเรียนหาอุปกรณ์ที่เป็นของจริง มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น ก้อนหิน หลอดดูด ฯลฯ เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้ว ก็ให้ นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยวาจา โดยใช้อุปกรณ์ที่เป็นของจริงเป็นเครื่องมือการเรียนรู้

2.2 ใช้ภาพประกอบการสอนในเนื้อหาเดียวกัน ครูเปลี่ยนเครื่องมือการเรียนรู้จาก ของจริงมาเป็นรูปภาพ เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้วให้ทำแบบฝึกหัดจากรูปภาพ

2.3 ใช้สัญลักษณ์ หลังจากทีนักเรียนได้เรียนรู้จากขั้นใช้ของจริงและรูปภาพประกอบการสอนแล้ว ครูอธิบายสัญลักษณ์ได้แก่ ตัวเลข เครื่องหมาย และอธิบายการใช้ประโยคสัญลักษณ์ ในขั้นนี้อาจใช้บัตรคำ บัตรตัวเลข บัตรเครื่องหมายประกอบการอธิบาย

ขั้นที่ 3 เป็นการสรุปให้เป็นวิธีลัด การนำเสนอการสอนขั้นนี้ ครูควรสร้างแบบให้นักเรียนสังเกต แล้วให้นักเรียนช่วยสรุปเป็นวิธีลัด

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นฝึกทักษะ เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีลัดแล้ว ครูให้นักเรียนฝึกทักษะโดยทำ แบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือบัตรงาน

ขั้นที่ 5 เป็นการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและใช้ในวิชาอื่น ใน ขั้นนี้ ครูควรมีความคาดหวังว่า นักเรียนจะต้องมีทักษะในการคิดคำนวณแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มี ความคิดรวบยอดและหลักการในแต่ละเรื่องอย่างถูกต้อง และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ ในการดำรงชีวิตในสังคมได้

ขั้นที่ 6 เป็นขั้นประเมินผล การตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการนำโจทย์ในเรื่องที่สอนมาทดสอบ ถ้าทำไม่ได้ต้อง สอนซ่อมเสริมให้ ถ้าทำได้ก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (จรรยา อาจหาญ, 2549) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา โดยคำนึงถึงขั้นตอนการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งแสดงเป็นขั้นตอนใหญ่ๆ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะเรียน เนื้อหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนรู้เนื้อหาใหม่

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ โดยเริ่มจาก

2.1 ใช้ของจริง เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริงหรือมีรูปธรรม ประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปนำไปสู่นามธรรม

2.2 ใช้รูปภาพ เป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากภาพ หรือเรียกการจัด ประสบการณ์ถึงรูปธรรม

2.3 ใช้สัญลักษณ์ เป็นการจัดประสบการณ์ระดับนามธรรม หลังจากผู้เรียนปฏิบัติ กิจกรรมโดยใช้ของจริงและโดยรูปภาพแล้ว ผู้สอนจะใช้ตัวเลขหรือเครื่องหมายหรือประโยคสัญลักษณ์ แทน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างประโยคสัญลักษณ์และข้อความ

3. ขั้นสรุปเป็นวิธีลัด ให้ผู้เรียนสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมแล้วสรุปนำไปสู่วิธีลัด เพื่อ สะดวกในการนำไปใช้ต่อไป

4. ขั้นฝึกทักษะ เมื่อผู้เรียนสรุปหลักการได้แล้ว จึงให้ผู้เรียนฝึกทักษะด้วยการทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือแบบฝึกหัดที่ผู้สอนสร้างขึ้น

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ใน วิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องหรือในสถานการณ์อื่น โดยผู้เรียนทำโจทย์ปัญหาหรือกิจกรรมที่มักพบในชีวิตประจำวัน

6. ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ อาจตรวจสอบจากการทำแบบฝึกหัด จากการอภิปรายจากการซักถาม ถ้าพบว่าผู้เรียนยังมีข้อบกพร่อง ผู้สอนต้องทำการซ่อมเสริมก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มี 6 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงความรู้ เดิมกับความรู้ใหม่ ให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน
2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นการสอนเนื้อหาใหม่ที่ยังไม่เคยเรียนมาก่อน
3. ขั้นสรุป เป็นการสรุปหลักเกณฑ์ แนวคิดการนำไปสู่วิธีคิด โดยนักเรียนช่วยกันสรุป โดยครูคอยให้คำชี้แนะ
4. ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องฝึกทักษะจากบทเรียน ด้วยวิธีการต่างๆ
5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนซึ่งนักเรียนทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงที่ประสบอยู่ ทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับสาระอื่นๆ
6. ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนซึ่งครูนำเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้มาทดสอบ หากทำไม่ได้ ให้จัดซ่อมเสริม และถ้าผ่านการประเมินก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ตามแนวทางของ สสวท.เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญและครูไม่ควรละเลย เนื่องจากการตรวจสอบพื้นฐานความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้นๆ โดยนักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะคำนึงถึงความเหมาะสมต่อสถานการณ์ปัญหาในทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่ โดยยกสถานการณ์ปัญหาให้ตัวอย่างสนทนาถามตอบในสิ่งที่เรียนแล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเตรียมพร้อมในการเรียนในชั่วโมง

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมผ่านการใช้สื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาและการแก้ปัญหา พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบโดยครูนำเอาโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้นักเรียน

3. ขั้นสรุป

เป็นขั้นที่ครูใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหากิจกรรมในชั้นเรียนที่จัดขึ้นในชั้นสอนเนื้อหาใหม่ จนนักเรียนได้ข้อสรุปของเนื้อหา

4. ขั้นฝึกทักษะ

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำความรู้หรือทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นการสอนเนื้อหาใหม่ และขั้นสรุปนำมาใช้ให้เกิดความชำนาญ โดยครูนำแบบฝึกทักษะที่เป็นโจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากตัวอย่างมาให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มเติม

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้

เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว จะนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและโดยครูนำโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นหรือโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหา

6. ขั้นประเมินผล

เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยครูนำแบบทดสอบท้ายคาบ หรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอนมาให้นักเรียนทดสอบและครูนำไปตรวจสอบเพื่อประเมินผล

3. กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีแนวคิดมาจากปัญหาที่พบเจอในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อน และมักขาดข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจ ประกอบด้วย ความหมายของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ความสำคัญของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์และแนวทางการพัฒนาโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ความหมายของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

Reitman (1965) กล่าวว่าปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เป็นปัญหาที่เต็มไปด้วยเงื่อนไขข้อจำกัดและปริศนา ผู้แก้ปัญหาต้องรวบรวมและลงมือวางแผนการเพื่อสนองความต้องการของสถานการณ์ปัญหาที่เฉพาะแต่ละสถานการณ์ มากกว่าจะนึกถึงแผนการที่เคยใช้มา

Neisser (1976) ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือปัญหาในชีวิตจริงมักจะเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์หรือปัญหาที่นิยามไม่ชัดเจน

Hayes (1981); Holyoak (1990); R. J. Sternberg (1985) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์แตกต่างจากปัญหาที่นิยามไม่ชัดเจน ปัญหาที่นิยามไม่ชัดเจนอาจจะมีกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่ไม่ชัดเจนแต่อาจมีคำตอบที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับเพียงคำตอบเดียว ส่วนปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เป็นปัญหาที่ไม่สามารถรู้คำตอบได้

Kitchner (1983) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์อาจจะมีหลายคำตอบ หลายแนวทางแก้ปัญหา หรืออาจจะไม่มีคำตอบเลย และมีเกณฑ์การประเมินคำตอบที่หลากหลาย

Chi and Glaser (1985) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์พบเจอได้ในชีวิตประจำวัน สถานการณ์ปัญหาที่มนุษย์พบเจอในชีวิตประจำวันมีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน หรือในข้อความปัญหาขาดข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

R. Spiro (1987); R. J. Spiro (1988) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ไม่มีแนวคิด กฎ หลักการการแก้ปัญหาที่แน่นอน และไม่มีคำตอบคล้องกันระหว่างแนวคิด กฎ หลักการนั้น

Voss (1988) เกณฑ์ที่ใช้ประเมินคำตอบมีหลากหลาย เพราะว่ายังไม่มีเกณฑ์การประเมินคำตอบที่เหมาะสมอย่างเป็นสากล

Meacham and Emont (1989) ผู้แก้ปัญหาต้องแสดงความคิดเห็นและความเชื่อส่วนตัวต่อกระบวนการตีความปัญหา

J. T. Wood and Duck (1995) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีนิยามที่กำกวม ไม่ชัดเจน จึงต้องพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาจากข้อมูลที่มีอยู่เพื่อตัดสินใจภายใต้ข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน ไม่แม่นยำและมีความกำกวม

Jonassen (1997); Reitman (1965), Voss (1988, 1989) พวกเขาเชื่อว่าปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์จะมีคำตอบที่เหมาะสมเพียงหนึ่งคำตอบ แต่อาจจะมาจากคำตอบที่หลากหลายและวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายเช่นกัน

Shin, Jonassen, and McGee (2003) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ไม่มีความแน่นอนเกี่ยวกับแนวคิด กฎ หลักการ ที่จะสร้างคำตอบ

Murphy (2004); Sinnott (1989) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีกระบวนการที่ซับซ้อนทั้งการกำหนดปัญหาและการแก้ปัญหา

Weisberg (2006) ปัญหาที่มีอย่างน้อย 1 องค์ประกอบที่ไม่ได้อธิบายรายละเอียด ก็คือปัญหาที่นิยามไม่ชัดเจนหรือมีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นั่นเอง

วรณิพิฏ พันธ์หนองหว่า (2554) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีพื้นฐานมาจากปัญหาที่มนุษย์เจอในชีวิตประจำวัน ที่ต้องมีการตัดสินใจเลือกว่าจะเชื่อและกระทำตามหรือไม่ มีความซับซ้อนคลุมเครือไม่ชัดเจน

จากที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวเอาไว้ข้างต้น จะเห็นว่า ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีพื้นฐานมาจากปัญหาที่มนุษย์เจอในชีวิตประจำวันหรือในชีวิตจริง ที่ต้องมีการตัดสินใจเลือกว่าจะเชื่อและกระทำตามหรือไม่ มีความซับซ้อน คลุมเครือไม่ชัดเจน (Chi & Glaser, 1985) และเป็นลักษณะของปัญหาที่เหมาะสมจะนำมาฝึกนักเรียนให้เกิดการคิด ไตร่ตรองหลากหลายมิติ

3.2 กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

Voss & Post (1988) เสนอขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างตัวแทนปัญหา (Problem representation) ตรวจสอบและวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆ แบ่งออกเป็น 2 ขั้น

-ตรวจสอบแนวคิดและความสัมพันธ์ของปัญหา พิจารณาสถานการณ์ที่โจทย์ให้มาและประเภทของปัญหาว่าเกี่ยวกับเรื่องอะไร ตรวจสอบความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

-วิเคราะห์สาเหตุและข้อจำกัดต่างๆ การสร้างตัวแทนปัญหาสำหรับโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์จะมีหลายรูปแบบ และหลากหลายความเข้าใจ ขึ้นอยู่กับกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดและบริบทของเงื่อนไข

2. ระบุคำตอบ (State solution) หาคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดและระบุคำตอบที่เหมาะสมกับสถานการณ์มากที่สุด

3. ประเมินผล (Evaluate) ประเมินคำตอบที่เลือกมาว่าสามารถแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่

Sinnott (1989) เสนอขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหา (Construct of problem spaces)) เมื่อพบกับโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ให้พิจารณาสิ่งที่โจทย์ให้มาและประเภทของปัญหาว่าเกี่ยวกับเรื่องอะไร ตรวจสอบความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วิเคราะห์สาเหตุและข้อจำกัดต่างๆ

2. เลือกและหาคำตอบ (Choose and generate solution) เลือกข้อมูลที่ใช้สำหรับแก้ปัญหา และค้นหาคำตอบ ซึ่งคำตอบอาจจะมีหลากหลายแบบ ให้สร้างคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด และเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้แก้ปัญหารับรู้

3. ติดตามและตรวจสอบ (monitor)) ผู้แก้ปัญหามustดำเนินการติดตามและประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการคิดของตนเองอย่างต่อเนื่อง

Jonassen, (1997); Ge and Land (2003) เสนอขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาและบริบทข้อจำกัด วิเคราะห์สาเหตุและข้อจำกัดต่างๆ การสร้างตัวแทนปัญหาสำหรับโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์จะมีหลายรูปแบบ และหลากหลายความเข้าใจ ขึ้นอยู่กับกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดและบริบทของเงื่อนไข

2. ระบุและชี้แจงทางเลือก ระบุทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาร่วมอธิบายเหตุผล

3. ประเมินคำตอบที่ได้โดยใช้ข้อโต้แย้งและความเชื่อส่วนตัว ประเมินคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องครบถ้วนหรือไม่

4. ติดตาม ตรวจสอบ การวิเคราะห์ปัญหาและคำตอบที่ได้ คำตอบที่ได้มานั้นสามารถแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่

5. ดำเนินการและตรวจสอบคำตอบ ตรวจสอบคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาว่าสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมจริง

6. ปรับคำตอบ ปรับคำตอบให้เหมาะสมกับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ

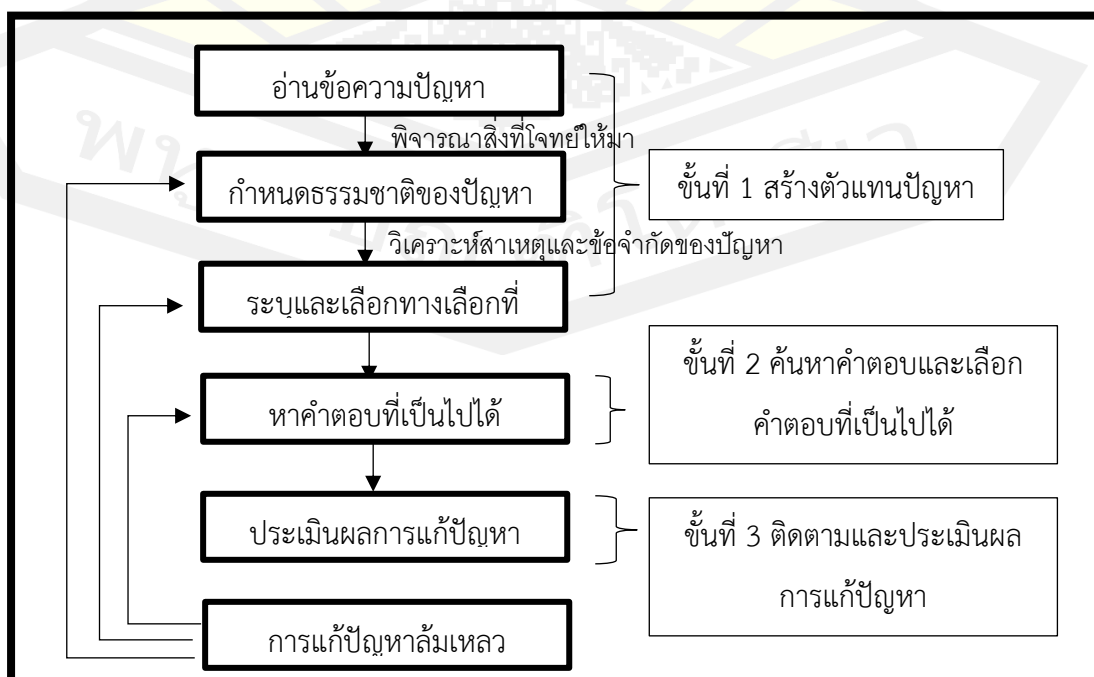
ฮอง (Hong, 1998) ได้เปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของ Voss & Post(1998) ; Sinnott (1989) ; Jonassen (1997) ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

Voss & Post (1988)	Sinnott (1989)	Jonassen, (1997)
1. สร้างตัวแทนปัญหา (Problem representation) -ตรวจสอบแนวคิดและความสัมพันธ์ของปัญหา -วิเคราะห์สาเหตุและข้อจำกัด 2. ระบุคำตอบ (State solution) 3. ประเมินผล (Evaluate)	1. วิเคราะห์ปัญหา (Construct of problem spaces) 2. เลือกและหาคำตอบ (Choose and generate solution) 3. ติดตามและตรวจสอบ (monitor)	1. วิเคราะห์ปัญหาและบริบท 2. ระบุและชี้แจงทางเลือก 3. ประเมินคำตอบที่ได้โดยใช้ข้อโต้แย้งและความเชื่อส่วนตัว 4. ติดตาม ตรวจสอบ การวิเคราะห์ปัญหาและคำตอบที่ได้ 5. ดำเนินการและตรวจสอบคำตอบ 6. ปรับคำตอบ

จากตารางที่ 2 Hong(1998) ได้สรุปขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เป็น 3 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Voss & Post (1988) และ Sinnott (1989) ดังนี้

รูปภาพที่ 1 กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (Voss & Post, 1988 ; Sinnott, 1989)



จากกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวเอาไว้ข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ตามแนวคิดของ Voss & Post, (1988) และ Sinnott, (1989) ดังแผนภาพที่ 4 ซึ่งมีทั้งหมด 3 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา เมื่อพบกับโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ให้พิจารณาสิ่งที่โจทย์ให้มา และประเภทของปัญหาว่าเกี่ยวกับเรื่องอะไร ตรวจสอบความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วิเคราะห์สาเหตุและข้อจำกัดต่าง ๆ การสร้างตัวแทนปัญหาสำหรับโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์จะมีหลายรูปแบบ และหลากหลายความเข้าใจ ขึ้นอยู่กับกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดและบริบทของเงื่อนไข แต่ต้องเลือกตัวแทนปัญหาเพียงอันเดียวโดยใช้หลักการและเหตุผล ซึ่งมีขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1.1 อ่านข้อความปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจ สังเกตและจับประเด็นสำคัญของปัญหาได้ว่าโจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร

1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา จับความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดหรือเงื่อนไขต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร จนไปถึงการคาดเดาคำตอบที่เป็นไปได้

1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน เป็นการเลือกแนวทางเพื่อหาคำตอบ เช่น ระบุทฤษฎีบท กฎ สูตรที่ใช้ และเขียนประโยคสัญลักษณ์

ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ เลือกข้อมูลที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบ ซึ่งคำตอบอาจจะมีหลากหลายแบบ ให้สร้างคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดและเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาได้รับรู้ โดยผู้แก้ปัญหามักต้องสร้างแบบจำลองขึ้นในใจ (Mental model) เพื่อระบุ เลือก และวิเคราะห์คำตอบ โดยอิงจากตัวแทนปัญหาในขั้นที่ 1 ซึ่งแบบจำลองในใจที่สร้างขึ้นจะนำมาสู่คำตอบ โดยวิเคราะห์ความเป็นไปได้จากสาเหตุของปัญหาหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และให้เหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา

ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามักต้องดำเนินการติดตามและประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการคิดของตนเองอย่างต่อเนื่อง หลักจากแสดงเหตุผลที่มีต่อคำตอบที่เลือกกว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้นและเป็นเช่นนั้นได้อย่างไรแล้ว อาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้น ขั้นตอนนี้ทำให้ผู้แก้ปัญหามารถย้อนกลับไปดูกระบวนการหาคำตอบที่เลือกมา และกลับไปเลือกคำตอบที่เหมาะสมต่อไปได้

3.3 ความสำคัญของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

Simon (1973) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เป็นปัญหาที่นักเรียนพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน และเป็นปัญหาที่สำคัญทั้งในด้านสังคม การเมือง เศรษฐกิจ และปัญหาทางวิทยาศาสตร์

Jonassen (1997) การแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เป็นหัวใจสำคัญของความสำเร็จในการใช้ชีวิตส่วนบุคคลอย่างเป็นมืออาชีพ เนื่องจากว่าปัญหาที่เราพบเจอในชีวิตจริงมีแนวโน้มที่จะเป็นปัญหาที่ไม่สมบูรณ์โดยธรรมชาติอยู่แล้ว ซึ่งอาจเป็นปัญหาง่ายๆ เช่น การตัดสินใจว่าตอนเย็นจะทำอะไรทาน หรือกลยุทธ์สำหรับวางแผนการปฏิบัติตัว ในการอยู่ร่วมกันที่เด็กควรจะต้องปฏิบัติ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะส่งผลให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

Voss & Post (1988) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ พัฒนาทักษะการโต้แย้งได้ โดยเมื่อนักเรียนแก้ปัญหา นักเรียนจำเป็นต้องพิจารณาทางเลือกของคำตอบ นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหามักต้องมีหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของพวกเขา ดังนั้นนักเรียนจะต้องฝึกให้เหตุผลเพื่อโน้มน้าวผู้อื่นด้วย

White and Frederiksen (1998) ในการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะได้ประยุกต์ใช้ความรู้ ด้วยวิธีการที่มีความหมาย แทนการกักเก็บความรู้เอาไว้ แค่เพียงในความจำเท่านั้น และกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะได้ใช้ทักษะการรู้คิด (metacognitive) เช่น เปลี่ยนกลยุทธ์ ปรับปรุงแผน และประเมินเป้าหมาย เพื่อนำไปสู่คำตอบที่เหมาะสมที่สุด

Bransford, Brown, and Cocking (2000); นักวิจัยทางการศึกษาได้เน้นย้ำถึงความต้องการที่จะให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมกับการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน หรือปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ที่ช่วยให้นักเรียนเห็นความหมายและความสัมพันธ์ ของความรู้ในโรงเรียนกับโลกของความเป็นจริง โดยถ่ายทอดความรู้ผ่านข้อความที่มาจากสถานการณ์จริง

Song (2005) การแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญที่สุด ที่นักเรียนควรได้รับการสอน และปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการแก้ปัญหาล้วนใหญ่จึงเป็นการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ อาจกล่าวได้ว่า การแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เป็นหัวใจสำคัญของทักษะการแก้ปัญหา

Kapur and Kinzer (2006) การแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้มากกว่าที่เคยเป็นมา และช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่เรียนมาในห้องเรียนเข้ากับสถานการณ์ในโลกของความเป็นจริง

Harper, Freuler, and Demel (2007) ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบเจอในชีวิตจริง และในการทำงาน คือ ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ อย่างไรก็ตามในทางการศึกษาเรามักจะสอนปัญหาที่มีโครงสร้างสมบูรณ์เท่านั้น

Shekoyan & Etkina (2007) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถและทักษะในการคิดที่แตกต่างออกไป เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการคิดของมนุษย์ที่เป็นส่วนสำคัญของการคิดในชีวิตจริง

วรนิพิฏ์ พันธหนองหว้า (2554) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดที่แตกต่างออกไป ทักษะการโต้แย้ง เพราะนักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

จากความสำคัญของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เป็นปัญหาที่นักเรียนพบเจอได้ในชีวิตจริง และเป็นส่วนสำคัญที่ควรพัฒนาเพื่อให้นักเรียนเตรียมพร้อมรับมือกับการใช้ชีวิตอย่างมีคุณภาพ นอกจากนี้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดที่แตกต่างออกไป เพราะนักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ จะต้องมีหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของตนเอง และฝึกโน้มน้าวผู้อื่นได้

3.4 แนวทางการพัฒนาโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

Meacham & Emont (1989) การออกแบบปัญหาที่มีหลายคำตอบ และหลากหลายความคิดเห็น อย่างปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นั้น ต้องอนุญาตให้มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ ไม่ใช่มีคำตอบที่ถูกต้องแค่คำตอบเดียว และควรอนุญาตให้มีการใช้กระบวนการหาคำตอบที่แตกต่างกัน หลากหลาย ซึ่งสิ่งที่หลากหลายเหล่านี้มาจากมุมมอง การรับรู้ การตีความ ที่แตกต่างออกไปของนักเรียนแต่ละคน และที่มีต่อธรรมชาติของปัญหา

Howard, McGee, Shin & Shia (2001) การออกแบบปัญหาที่ซับซ้อนที่พบเจอในชีวิตประจำวัน สำหรับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นั้น ควรมาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่มีคำตอบไม่ชัดเจน ควรจะเป็นปัญหาตามสภาพจริงและเกี่ยวข้อง หรือใกล้เคียงกับนักเรียน

วรนิพิฏ์ พันธุ์หนองหว้า (2554) การออกแบบปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นั้น ควรออกแบบปัญหาอิงสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่อาจมีหลากหลายคำตอบ และหลากหลายความคิดเห็น ซึ่งควรอนุญาตให้มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ และใช้กระบวนการหาคำตอบที่แตกต่างหลากหลายได้

จากแนวทางการพัฒนาโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการออกแบบปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นั้น ควรออกแบบปัญหาที่มีความซับซ้อนที่อิงจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจมีหลายคำตอบ และสามารถใช้กระบวนการหาคำตอบที่หลากหลายได้

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

วิธีการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย และสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีหรือที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ แบ่งขั้นตอนการสอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่โดยยกสถานการณ์ต่าง ๆ หรือให้ตัวอย่างแก่นักเรียนใช้บทสนทนาถามตอบในสิ่งที่เรียนรู้แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเตรียมพร้อมในชั่วโมงเรียน และตั้งประเด็นปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหาการจัดประสบการณ์ต่างๆผ่านสื่อการสอนโดยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และการแก้ปัญหา พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ

3. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหากิจกรรมในชั้นเรียนที่จัดขึ้นในชั้นสอนเนื้อหาใหม่จนนักเรียนได้ข้อสรุปของเนื้อหา

4. ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่นักเรียนจะนำความรู้หรือทฤษฎีบทที่ได้จากชั้นการสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุปนำมาใช้ให้เกิดความชำนาญโดยครูนำแบบฝึกทักษะที่แตกต่างจากตัวอย่างที่ให้มา ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกใช้กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจปัญหา กำหนดเงื่อนไขความสัมพันธ์ การเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ตลอดจนการหาคำตอบและการ

ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา โดยครูจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

5. **ขั้นนำความรู้ไปใช้** เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้วในขั้นนี้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากขั้นฝึกทักษะมาประยุกต์ใช้กับโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นหรือโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน โดยครูนำโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มาให้นักเรียน เริ่มจากการให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหากำหนดเงื่อนไขความสัมพันธ์ การเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ตลอดจนการหาคำตอบและการติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา

6. **ขั้นประเมินผล** เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่านักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่โดยครูนำแบบทดสอบท้ายคาบหรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอนมาให้นักเรียนทดสอบหรือทำ และครูนำไปตรวจสอบเพื่อประเมินผล

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์
ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้	
ขั้นที่ 2 เนื้อหาใหม่	
ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป	
ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ	
ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้	1. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนย่อย ๆ ขั้นตอน ดังนี้ 1.1 อ่านข้อความปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจ สังเกตและจับประเด็นสำคัญของปัญหาได้ ว่าโจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร 1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา จับความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดหรือเงื่อนไขต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร จนไปถึงการคาดเดาคำตอบที่เป็นไปได้ 1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน เป็นการเลือกแนวทางเพื่อหาคำตอบ เช่น ระบุ ทฤษฎีบท กฎ สูตรที่ใช้ และเขียนประโยคสัญลักษณ์ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ เลือกข้อมูลที่ใช้สำหรับแก้ปัญหา และค้นหาคำตอบซึ่งคำตอบอาจจะมีหลากหลายแบบให้สร้างคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดและเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้แก้ปัญหารับรู้ โดยผู้แก้ปัญหามีต้องสร้างแบบจำลองขึ้นในใจ เพื่อระบุ เลือก และวิเคราะห์คำตอบ โดยอิงจากตัวแทนปัญหาในขั้นที่ 1 ซึ่งแบบจำลองในใจที่สร้างขึ้นจะนำมาสู่คำตอบ โดยวิเคราะห์ความเป็นไปได้จากสาเหตุของปัญหาหรือเงื่อนไขที่โจทย์

	กำหนดและให้เหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องดำเนินการติดตามและประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการคิดของตนเองอย่างต่อเนื่องหลักจากแสดงเหตุผลที่มีต่อคำตอบที่เลือกกว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้นและเป็นเช่นนั้นได้อย่างไรแล้วอาจจะเกิดข้อผิดพลาดขึ้น ขั้นตอนนี้ทำให้ผู้แก้ปัญหามีสามารถย้อนกลับไปดูกระบวนการหาคำตอบที่เลือกมาและกลับไปเลือกคำตอบที่เหมาะสมต่อไปได้
ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล	

ตารางที่ 4 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของขั้นตอนในการสอน กิจกรรม บทบาทครูและนักเรียน

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นทบทวนความรู้เดิม	1. ครูกำหนดโจทย์ สมการ หรือสถานการณ์ที่จะต้องนำความรู้เดิมของนักเรียนมาเพื่อหาคำตอบ 2. ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน	1. นักเรียนหาคำตอบจากโจทย์ที่ครูกำหนด 2. นักเรียนเฉลยโจทย์ที่ครูกำหนดร่วมกัน
ขั้นสอนเนื้อหาใหม่	1. ครูกระตุ้นนักเรียนให้พร้อมเรียนรู้เนื้อหาใหม่ 2. ครูให้โจทย์ สถานการณ์ หรือกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาใหม่ 3. ครูคอยให้ความช่วยเหลือ ชี้แนะแนวคิด หรือตั้งประเด็นคำถาม เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่	1. นักเรียนหาแนวทางในการหาคำตอบหรือแก้ไขปัญหา 2. นักเรียนร่วมกันเสนอวิธีการหาคำตอบหรือวิธีในการแก้ปัญหา
ขั้นสรุป	1. ครูตั้งประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันสรุปองค์ความรู้ 2. ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนให้เข้าใจในเนื้อหาใหม่ถูกต้องครบถ้วน	1. ร่วมกันสรุปองค์ความรู้แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนๆ 2. ถามประเด็นที่สงสัยเกี่ยวกับเนื้อหาใหม่
ขั้นฝึกทักษะ	1. ครูกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ 2. ครูคอยตรวจสอบและช่วยเหลือนักเรียน	1. นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาแก้ปัญหาหรือหาคำตอบในสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ 2. นักเรียนร่วมกันเสนอวิธีการหาคำตอบหรือวิธีในการแก้ปัญหา

ชั้นนำความรู้ไปใช้	1. ครูกำหนดปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้มาใช้แก้ปัญหา 2. ครูคอยช่วยเหลือ โดยการตั้งประเด็นคำถาม การแนะนำตัวอย่างที่คล้ายคลึงกัน	1. นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่ครูกำหนดให้ 2. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา
ขั้นประเมิน	1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายคาบเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน	1. ทำแบบทดสอบท้ายคาบ

ตารางที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์กับการคิดเชิงคำนวณ

กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์	การคิดเชิงคำนวณ
1. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา มี 3 ขั้นย่อย ๆ ดังนี้ -อ่านข้อความปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน สังเกต และจับประเด็นสำคัญของปัญหาว่าโจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร -กำหนดธรรมชาติของปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนจับความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนด หรือเงื่อนไขต่างๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร อาจเขียนเป็นสมการหรือสมการ พร้อมคาดเดาคำตอบที่เป็นไปได้ -ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนเลือกแนวทางเพื่อหาคำตอบ เช่น ระบุทฤษฎีบท กฎ สูตรที่ใช้ หรือเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์	การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา ความสามารถในการแบ่งหรือจำแนกปัญหา ออกเป็นส่วนย่อย เพื่อการจัดการได้ง่ายขึ้น การคิดเชิงนามธรรม ความสามารถในการมุ่งคิดไปที่ข้อมูลสำคัญของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา โดยคัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป การหารูปแบบ ความสามารถในการพิจารณาหารูปแบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของข้อมูล เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีการแก้ปัญหา การออกแบบขั้นตอนวิธี ความสามารถในการคิดค้นและอธิบายขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน
2. ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ เลือกข้อมูลที่ใช้สำหรับแก้ปัญหา และค้นหาคำตอบซึ่งคำตอบอาจจะมีหลากหลายแบบให้สร้างคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดและเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาได้รับ โดยวิเคราะห์ความเป็นไปได้จากสาเหตุของปัญหาหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดและให้เหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา	การหารูปแบบ ความสามารถในการพิจารณาหารูปแบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของข้อมูล เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีการแก้ปัญหา การออกแบบขั้นตอนวิธี ความสามารถในการคิดค้นและอธิบายขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน
3. ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามustดำเนินการ	การออกแบบขั้นตอนวิธี ความสามารถในการคิดค้นและ

ติดตามและประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการคิดของตนอย่างต่อเนื่องหลักจากแสดงเหตุผลที่มีต่อคำตอบที่เลือก ขั้นตอนนี้ทำให้ผู้แก้ปัญหาสามารถย้อนกลับไปดูกระบวนการหาคำตอบที่เลือกมาและกลับไปเลือกคำตอบที่เหมาะสมต่อไปได้	อธิบายขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน
--	---

5. การคิดเชิงคำนวณ

5.1 ความหมายและความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) มีจุดเริ่มต้นมาจาก Seymour Papert นักคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ โดยนำเสนอวิธีการทางการประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนรู้ธรรมชาติของคอมพิวเตอร์ ต่อมา Jeannette Wing ได้ขยายแนวคิดและทำให้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในนามของการคิดเชิงคำนวณ (Weinberg, 2013) การคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถในการคิดอย่างหนึ่งที่ควรปลูกฝังให้กับพลเมืองในประเทศ เนื่องจากเป็นความสามารถพื้นฐานที่มนุษย์ทุกคนควรมีเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาที่พบทั่วไปในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wing, 2006) และ McKenna (2017) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณนั้นจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนในปัจจุบัน เนื่องจากผู้เรียนจะต้องเผชิญกับปัญหาในโลกความเป็นจริง จึงต้องพิจารณาปัญหาสามารถจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทดสอบแผนการดำเนินงานแก้ไขปัญหา เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดและปรับแก้ไขแผนการดำเนินงานให้ดีขึ้น นอกจากนี้มาตรฐานการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แนวคิดใหม่ (Next Generation Science Standards) ในประเทศอเมริกาได้กำหนดทักษะการปฏิบัติงานที่นักเรียนพึงมีในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 8 การปฏิบัติงาน โดยหนึ่งในนั้น คือ การคิดเชิงคำนวณ (NGSS Lead State, 2013) สำหรับประเทศไทยก็ได้มีการผลักดันวิชาวิทยาการ คำนวณเข้ามาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

มีนักการศึกษาหน่วยงานต่าง ๆ ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงคำนวณไว้มีรายละเอียดดังนี้ Wing (2006) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นการคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาการออกแบบระบบ และความเข้าใจในการทำงาน โดยใช้กรอบแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ Wing (2010) ได้นำเสนอเพื่อขยายความหมายของการคิดเชิงคำนวณว่าเป็นกระบวนการคิดที่

เกี่ยวข้องกับการกำหนดปัญหาและสร้างวิธีการแก้ปัญหา โดยส่งผลไปสู่ปลายทางที่ทำให้คอมพิวเตอร์หรือนุญชจัดการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

CSTA & ISTE, (2011) สมาคมครูวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science Teachers Association) และ สมาคมเทคโนโลยีการศึกษานานาชาติ (International Society for Technology in Education) ได้ สร้างนิยามของการคิดเชิงคำนวณไว้ว่า เป็นกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งมีลักษณะดังนี้ กำหนดปัญหา โดยสามารถใช้เครื่องมือในการช่วยแก้ปัญหา จัดการและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตรรกะ แสดงข้อมูลในเชิง นามธรรม แก้ไขปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน วิเคราะห์และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ และประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่เคยใช้ไปสู่อปัญหาอื่น ๆ

Aho (2012) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณ คือวิธีการคิดที่เกี่ยวกับการกำหนดปัญหา โดยสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาออกมาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน NGSS Lead State (2013) ได้ กำหนดความหมายว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถในการใช้เครื่องมือและกรอบแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ในการจัดการปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์ Barefoot (2014) นำเสนอว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นวิธีการคิดที่ช่วยให้มนุษย์สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาจใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือช่วยแก้ปัญหาหรือไม่ก็ได้

Helfant (2017) ได้เสนอว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลและแนวคิดต่างๆ ในการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนระบุปัญหาและควบคุมคอมพิวเตอร์ในการช่วยแก้ไขปัญหา

McKenna (2017) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณคือทักษะกระบวนการที่นักเรียนค้นหาและพิจารณาปัญหา จัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้อย่างเป็น ลำดับขั้นตอนเพื่อปรับปรุงแก้ไข

Yadav, Gretter, Good, and Mclean (2017) นำเสนอการคิดเชิงคำนวณไว้ว่าเป็น การแก้ปัญหา โดยประยุกต์ใช้หลักการเชิงคำนวณ เช่น การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การแยกส่วนประกอบหรือส่วนย่อยของปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นต้น

บัญญัติ พูลสวัสดิ์ (2559) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นการคิดที่ต้องใช้ทักษะและเทคนิคเพื่อแก้ไขปัญหาย่างเช่น ที่นักพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Developer) หรือ วิศวกร

ซอฟต์แวร์ (Software Engineer) ใช้ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งแก่นแท้คือการแก้ปัญหาแบบมีลำดับขั้นตอนให้กลายเป็นเรื่องที่สายอาชีพอื่น ๆ สามารถนำแนวคิดลำดับขั้นตอนไปแก้ปัญหา

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ไขปัญหา โดยวิเคราะห์ข้อมูลและรายละเอียดของปัญหา หาความสัมพันธ์ของปัญหาและวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนเพื่อให้วิธีการแก้ปัญหานั้นเป็นรูปแบบที่ผู้แก้ปัญหสามารถปฏิบัติตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ

มีนักการศึกษาจำนวนมากได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณและได้กำหนดองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณที่มีลักษณะร่วมกันในบางองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งแสดงรายละเอียดของการศึกษาดังนี้

องค์กร Barefoot (2014) แห่งประเทศอังกฤษนำเสนอว่าการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) มี 6 องค์ประกอบดังนี้

- 1) ตรรกะ (Logic) คือ ความสามารถในการใช้ความรู้เชิงเหตุผล
- 2) ขั้นตอนวิธี (Algorithms) คือ ความสามารถในการออกแบบชุดคำสั่งหรือลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาในการทำงาน
- 3) การแยกส่วนย่อยหรือส่วนประกอบของปัญหา (Decomposition) คือ ความสามารถในการแยกปัญหาหรือระบบออกเป็นส่วน ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา
- 4) รูปแบบ (Pattern) คือ ความสามารถในการหารูปแบบของวิธีแก้ปัญหา เพื่อคาดการณ์คำตอบ
- 5) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการระบุสิ่งที่เป็นส่วนสำคัญหรือรูปแบบทั่วไปของปัญหา โดยไม่สนใจรายละเอียดที่ไม่จำเป็น
- 6) การประเมินผล (Evaluation) คือ ความสามารถในการตัดสินประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหา

องค์กร Code.org (2015) แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา มีเป้าหมายที่จะนำความรู้วิทยาการทางคอมพิวเตอร์เข้าไปในการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยได้แบ่งองค์ประกอบที่สำคัญของการคิดเชิงคำนวณไว้ดังนี้

1) การแยกส่วนย่อยปัญหา (Decompose) คือ ความสามารถในการแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย

2) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการดึงลักษณะเฉพาะของปัญหาออกและพิจารณาสรุปทั่วไปของการแก้ปัญหา เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายปัญหา

3) ความสัมพันธ์ของรูปแบบ (Pattern Matching) คือ ความสามารถในการสังเกตและค้นหาความเหมือนของสิ่งต่าง ๆ

4) ขั้นตอนวิธี (Algorithm) คือ ความสามารถในการสร้างชุดขั้นตอนที่ทำให้บรรลุงานหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไขได้

Selby (2015) ได้นำเสนอองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณประกอบด้วย การแยกส่วนปัญหา (Decomposition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm Design) และการประเมินผล (Evaluation) โดยสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณดังกล่าวกับระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's Taxonomy) ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดเชิงคำนวณและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม

องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ	ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม
-	ความรู้ความจำ
-	ความเข้าใจ
การแยกส่วนปัญหาและการคิดเชิงคำนวณ	การนำไปใช้
	การวิเคราะห์
การออกแบบขั้นตอนวิธี	การสังเคราะห์
การประเมินผล	การประเมินผล

Rodriguez (2015) ได้ออกแบบการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาการคอมพิวเตอร์แบบถอดสาย (Computer Science Unplugged) โดยได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณไว้ 5 องค์ประกอบด้วยกัน ได้แก่ การแทนค่าข้อมูล (Data Representation) การแยกส่วนย่อย (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และการคิดขั้นตอนวิธี (Algorithmic Thinking)

สุธีระ ประเสริฐสรณ์ (2559) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยการใช้ทักษะย่อย 4 ประการ ได้แก่

1) การแยกย่อย (Decomposition) เช่น แยกปัญหาหรือกระบวนการออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้จัดการได้ง่ายขึ้น จัดได้ว่าเป็นการใช้ความคิดวิเคราะห์

2) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) เพื่อดูความเหมือนความต่างของรูปแบบ การเปลี่ยนแปลง ทำให้ทราบแนวโน้มเพื่อทำนายไปข้างหน้าได้ เช่น ผู้เล่นหุ้นดูราคาทองคำกับตลาดหุ้นกลุ่มพลังงาน จะเห็นรูปแบบที่สัมพันธ์กับราคาน้ำมัน เป็นต้น จัดเป็นการใช้ความคิดวิเคราะห์ที่เชื่อมโยง

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นทักษะที่ช่วยให้เข้าใจภาพทั่วไป ทำให้ได้หลักการที่เกิดรูปแบบขึ้น ทักษะนี้ช่วยชักนำให้ผู้ตอบเชิงนามธรรมขึ้นมาเอง เป็นทักษะสำคัญที่ทำให้เกิดหลักความรู้หรือทฤษฎี

4) การออกแบบขั้นตอน (Algorithm Design) เป็นทักษะที่สร้างลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา ทำให้ทราบว่าต้องทำอะไรก่อนและหลัง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้จัดทำแบบเรียนสำหรับนักเรียนไทยและนำเสนอว่า การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นความสามารถพื้นฐานของการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและได้กำหนดองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณไว้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1) การคิดแบบแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) เป็นการพิจารณาและแบ่งปัญหาหรืองานออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

2) การหารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) เป็นการพิจารณารูปแบบ แนวโน้มของข้อมูลหรือปัญหาและพิจารณาความคล้ายหรือความเหมือนกันของปัญหาย่อยที่อยู่ใน ปัญหาเดียวกันหรือความเหมือนกันของรูปแบบการแก้ปัญหา

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของ ปัญหา แยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ

4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นการออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา หรือการทำงานโดยมีลำดับคำสั่งที่ชัดเจน

จากการศึกษาองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณของนักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ พบว่ามีลักษณะขององค์ประกอบที่สอดคล้องและคล้ายคลึงกัน โดยเมื่อพิจารณาองค์ประกอบตรรกะ (Logic) นั้นวิเคราะห์ได้ว่าเป็นความสามารถที่ถูกใช้กับการหารูปแบบเนื่องจากต้องหาความสัมพันธ์ เชิงเหตุผลในการพิจารณาความเหมือนหรือความคล้ายของรูปแบบ และองค์ประกอบการประเมินผล (Evaluation) วิเคราะห์ได้ว่าเป็นความสามารถที่ถูกใช้ร่วมกับการออกแบบขั้นตอนวิธี เนื่องจากใน การออกแบบขั้นตอนวิธีนั้นต้องดำเนินการโดยใช้การตัดสินใจและประเมินขั้นตอนที่นำไปสู่วิธีการ แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดย วิเคราะห์ข้อมูลและรายละเอียดปัญหา หาความสัมพันธ์ของปัญหา และวางแผนการดำเนินการ แก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน เพื่อให้วิธีการแก้ปัญหานั้น เป็นรูปแบบที่ผู้แก้ปัญหา สามารถปฏิบัติตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่

6.1 การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) คือ ความสามารถในการแบ่งหรือจำแนกองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นส่วนย่อยเพื่อการจัดการได้ง่าย ขึ้น

6.2 การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการมุ่งคิดไปที่ข้อมูล สำคัญของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหาโดยคัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป

6.3 การหารูปแบบ (Pattern recognition) คือความสามารถในการพิจารณาหา รูปแบบแนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของข้อมูลเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีการแก้ปัญหา

6.4 การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms) คือ ความสามารถในการคิดค้นและสร้างลำดับขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา

โดยการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการแยกออกเป็น 4 องค์ประกอบ คือ การแยกส่วนประกอบ และการย่อยปัญหา การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบขั้นตอนวิธี ในองค์ประกอบที่ 1 การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา จะทำการแบ่งออกเป็น 2 ข้อคำถาม คือ การแยกส่วนประกอบ และการย่อยปัญหา เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบให้คะแนน

5.3 แนวทางการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

Bienkowski (2015) สำหรับแนวทางการการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ สามารถจัดทำได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น การสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Tests) การวิเคราะห์ชิ้นงาน (Analysis of Artifacts Produced) เป็นต้น

Dolgopolas, Jevsikova, Savulioniene, & Dagiene (2015) Bebras tasks เป็นหนึ่งในเครื่องมือวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณรูปแบบการ สอบข้อเขียน ประเภทการเลือกตอบ (Multiple Choices) โดยแบบทดสอบแต่ละหัวข้อผู้สังเคราะห์ มาเพื่อวัดบางองค์ประกอบหรือทุกองค์ประกอบย่อยของทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Components of Computational Thinking) ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา โดยแสดงตัวอย่าง แบบทดสอบได้ดังนี้

ตัวอย่างแบบทดสอบหัวข้อ Beaver in his canoe ใน Bebras tasks ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

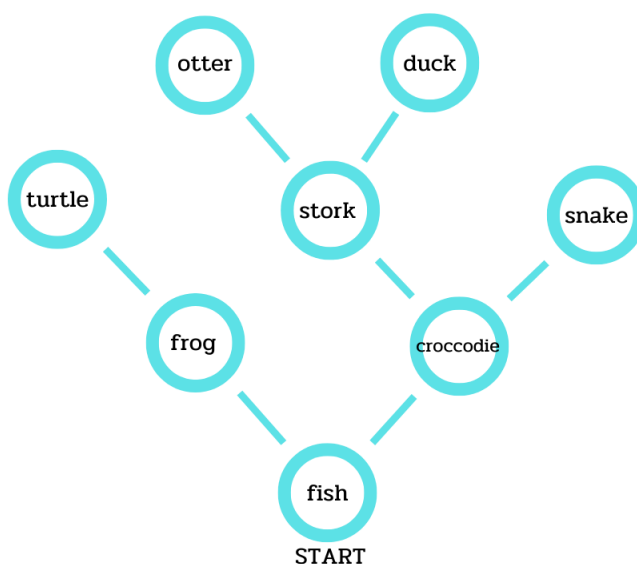
สถานการณ์ : บีเวอร์ตัวหนึ่งกำลังพายเรือแคนูอยู่ในแม่น้ำซึ่งประกอบไปด้วยทะเลสาบเล็ก ๆ ที่ถูกเชื่อมต่อกันด้วยแม่น้ำแสดงดังรูป บีเวอร์ชอบทุกทะเลสาบและต้องคิดขั้นตอนวิธีในการไปถึงทุกทะเลสาบ มันรู้ว่าแต่ละทะเลสาบมีแม่น้ำมากที่สุดได้เพียงสามสายที่เชื่อมต่อทะเลสาบอยู่ เมื่อบีเวอร์ เริ่มพายเรือมาถึงทะเลสาบแต่ละแห่งและต้องการพายเรือต่อไป มันจะต้องตัดสินใจตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- 1) ถ้ามีแม่น้ำสองสายที่มันยังไม่เคยไป มันจะพายเรือไปตามแม่น้ำที่อยู่ด้านซ้ายมือ
- 2) ถ้ามีแม่น้ำเพียงแคสายเดียวที่มันยังไม่เคยไป มันจะพายเรือไปตามแม่น้ำสายนั้น

3) ถ้าบีเวอร์เคยพายเรือผ่านแม่น้ำทุกสายที่อยู่รอบทะเลสาบแล้ว มันจะพายเรือจากทะเลสาบที่มันอยู่ไปยังทะเลสาบก่อนหน้าที่มันเคยอยู่

บีเวอร์จะหยุดการพายเรือแค่นั้น ถ้ามันพบทุกอย่างที่มันต้องการและพายเรือกลับมายังจุดเริ่มต้น โดยในแต่ละทะเลสาบบีเวอร์จะพบกับสัตว์แต่ละชนิดที่แตกต่างกันแสดงดังรูป และบีเวอร์จะเขียนบันทึกชื่อสัตว์แต่ละชนิดที่เจอในครั้งแรกตลอดเส้นทางจนกว่าจะไปถึงครบทุกทะเลสาบ

รูปภาพที่ 1 ตัวอย่างแบบทดสอบ Bebras tasks แสดงแผนผังของแม่น้ำและทะเลสาบ (ที่มา: Dolgopolas et al., 2015)



คำถาม: ข้อใดเป็นลำดับสัตว์ที่บีเวอร์จะเขียนบันทึกลงไปในการเดินทางครั้งนี้

- ปลา กบ จระเข้ เต่า นกกระสา งู นาก เป็ด
- ปลา จระเข้ งู นกกระสา เป็ด นาก กบ เต่า
- ปลา กบ เต่า จระเข้ นกกระสา นาก เป็ด งู
- ปลา กบ เต่า

สำหรับคำตอบที่ถูกต้องคือ ตัวเลือก c. ปลา กบ เต่า จระเข้ นกกระสา นาก เป็ด งู และสามารถวิเคราะห์หองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดเชิง ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาใน ตัวอย่างดังกล่าวได้ดังนี้

1) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction): เข้าใจรูปแบบของระบบจริง (Real Objects) สำหรับตัวอย่างได้แก่ การใช้โครงสร้างต้นไม้ทวิภาค (Binary Tree) แทนลักษณะของทะเลสาบและ แม่น้ำ

2) การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition): ตรวจสอบเงื่อนไขแต่ละข้อและนำไปใช้แก้ปัญหาตามโครงสร้างต้นไม้แต่ละส่วน

3) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms): สำหรับตัวอย่างดังกล่าวไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียน สร้างหรือพัฒนาขั้นตอนวิธี แต่การระบุคำตอบได้ถูกต้อง แสดงให้เห็นถึงการเข้าใจและมีการวางลำดับขั้นตอนวิธีในการบรรลุลงานหรือแก้ไขปัญา

Rodriguez (2015) ได้ออกแบบเครื่องมือวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน โดยสร้างเครื่องมือวัดแบบการสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Test) ลักษณะให้เขียนตอบแบบอัตนัย และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Scoring) สามารถแสดงแบบวัดได้ดัง ตัวอย่างแบบทดสอบต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบทดสอบการค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดของ Rodriguez

คอมพิวเตอร์เก็บข้อมูลแบบระบบเลขฐานสองแม้แต่ตัวอักษร A-Z ก็ถูกเก็บในลักษณะของระบบเลขฐานสอง ในบางครั้งคอมพิวเตอร์ก็เกิดข้อผิดพลาดในการส่งและรับข้อมูลการค้นหาข้อผิดพลาด (Error Detection)

ก่อนที่จะแปลงข้อมูลระบบเลขฐานเป็นอักษรนั้น จำเป็นต้องตรวจสอบว่าชุดข้อมูลมีข้อผิดพลาดหรือไม่โดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบ parity bits คอลัมน์ทางด้านขวาสุดและแถวล่างสุดของตารางคือ parity bits

หมายเหตุ : วิธีการเติม parity bit คือให้เติม 0 ถ้าชุดเลขฐานสองนั้น ๆ ประกอบด้วยเลข 1 เป็นจำนวนคู่ และให้เติม 1 ถ้าชุดเลขฐานสองนั้น ๆ ประกอบด้วยเลข 1 เป็นจำนวนคี่

00010	00000	10001	0
00011	01110	00110	1
00001	01000	10011	1
00000	00110	00110	0

การแก้ไขข้อผิดพลาด (Error Correction)

หลังจากทราบข้อผิดพลาด จึงสั่งให้คอมพิวเตอร์ส่งกลับชุดตัวเลขที่ผิดพลาดออกไป และคอมพิวเตอร์ตอบกลับมามีเลขชุดใหม่คือ 1 0 0 1 1

1. จงระบุชุดเลขฐานสองที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการแปลงข้อมูลและเขียนเลขชุด 1 0 0 1 1 บน ตัวเลขชุดเดิมที่มีข้อผิดพลาดทับลงไปพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของ parity bit อีกครั้ง

ถ้ามั่นใจว่าไม่มีข้อผิดพลาดอะไรอีกแล้ว ให้ถอดรหัสชุดเลขในแต่ละแถวออกมาเป็น ตัวอักษร โดยใช้ตารางแปลงข้อมูลด้านล่างในการถอดรหัสเป็นข้อความตัวอักษร (ไม่ต้องแปลงชุดเลข parity bit ที่อยู่คอลัมน์ด้านขวาสุดและแถวล่างสุดของตาราง) ตารางแปลงข้อมูล

A:00000	E:00100	I:01000	M:01100	Q:10000	U:10100	
B:00001	F:00101	J:01001	N:01101	R:10001	V:10101	Y:11000
C:00010	G:00110	K:01010	O:01110	S:10010	W:10110	Z:11001
D:00011	H:00111	L:01011	P:01111	T:10011	X:10111	

เมื่อเราต้องการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ เราจำเป็นต้องเติม parity bits ในชุดเลขฐานสองก่อนส่ง

2. จงเติม parity bits ลงในคอลัมน์และแถวที่ว่างในตารางด้านล่างนี้

10011	00000	001100	
01100	10100	00110	
10001	01110	10011	

แบบทดสอบชุดนี้ถูกออกแบบเพื่อวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณด้านการแยก ส่วนประกอบและการ

Brackmann, Gonzalaz, Robles and Leon (2017) ได้ออกแบบเครื่องวัดความสามารถ ในการคิดเชิงคำนวณ โดยสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ รูปแบบการสอบข้อเขียน ประเภท

4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms): พิจารณาขั้นตอนวิธีที่สามารถทำให้แพ็คแมนเดินทางไปถึงกินผีได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การออกแบบการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณสามารถสร้าง สถานการณ์ หรือโจทย์ปัญหาในการวัดที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกซึ่งความสามารถในการคิดเชิง คำนวณด้าน ต่าง ๆ และมีแนวทางการสร้างเครื่องมือวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้ แบบทดสอบข้อเขียน ซึ่ง สามารถออกแบบได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดเชิง คำนวณลักษณะให้เลือกตอบ (Multiple Choices) และแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ลักษณะให้เขียนตอบซึ่งเป็นแบบวัด ประเภทอัตนัย ซึ่งในงานวิจัยในครั้งนี้จะใช้แบบวัดประเภทยัตนัย

5.4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

นักการศึกษาได้ออกแบบเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณตาม ลักษณะของแบบวัด ดังนี้

Dolgopolas et al., 2015; Brackmann et al. (2017) เกณฑ์การให้คะแนน แบบ 0-1 หรือ ตอบผิดได้ 0 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน เป็นการ ให้คะแนนในแบบวัดที่มีลักษณะ เป็นแบบทดสอบประเภทการเลือกตอบ (Multiple Choices) โดยให้คะแนนเพียงสองค่าในแต่ละข้อ คำถาม

Rodriguez (2015) เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีค เป็นการให้คะแนนในแบบวัดที่มี ลักษณะเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย ได้ออกแบบเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามเป็นช่วง จำนวน 4 ช่วง ตั้งแต่ 0-3 คะแนน ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคในแต่ละข้อคำถามจะมีความ แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานการณ์ปัญหาของแต่ละข้อคำถามโดยเฉพาะแสดงเกณฑ์คะแนนแบบรูปรีค ของ Rodriguez ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์คะแนนแบบรูปรีคของแบบทดสอบการค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดของ Rodriguez

ข้อคำถาม	เกณฑ์คะแนน			
	(3)	(2)	(1)	(0)
ข้อคำถามที่ 1	นัก เรีย น ระ บุ ข้อผิดพลาดได้อย่าง ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง	นัก เรีย น ระ บุ ข้อผิดพลาดได้ 2 ตำแหน่งหรือแก้ไข	นัก เรีย น ระ บุ ข้อผิดพลาดได้ 3 ตำแหน่ง หรือ	นักเรียนไม่ระบุ ข้อผิดพลาดใน ตาราง

	เท่านั้น และสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นได้ถูกต้องโดยอัตโนมัติ ตัวเลขที่ถูกส่งกลับไปแทนชุดตัวเลขที่มีข้อผิดพลาด	ข้อผิดพลาดโดยเปลี่ยนตัวเลขในแถวหรือคอลัมน์ที่เป็น parity bits	มากกว่านั้น	
ข้อคำถามที่ 2	นักเรียนเติม parity ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทุกตำแหน่ง	นักเรียนเติม parity bits ผิดพลาดไม่เกิน 2 ตำแหน่ง	นักเรียนเติม parity bits ผิดพลาดเกิน 2 ตำแหน่ง	นักเรียนไม่พยายามเติมหรือไม่สามารถเติม parity bits ได้ถูกต้องเลย

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณสามารถ ออกแบบได้สองลักษณะแบ่งตามประเภทของแบบทดสอบ ได้แก่ การให้คะแนนแบบ 0-1 ซึ่งเป็น แบบทดสอบประเภทการเลือกตอบ และแบบอัตนัยที่มีการให้คะแนนแบบรูบริค สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ซึ่งในแต่ละข้อจะประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ (การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบขั้นตอนวิธี) ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ประกอบไปด้วย 5 ข้อคำถามย่อย ข้อคำถามย่อยละ 3 คะแนน รวมเป็น 15 คะแนน/ข้อ โดยในองค์ประกอบที่ 1 การแยกย่อยปัญหา ผู้วิจัยได้สร้างข้อคำถาม 2 ข้อ เพื่อให้นักเรียนมีการแยกย่อยปัญหาที่ชัดเจน ซึ่งในการแยกส่วนประกอบ จะเป็นการให้นักเรียนหาสิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้ และ การแยกย่อยปัญหา จะเป็นการให้นักเรียนหาปัญหาของสถานการณ์นั้น ส่วนองค์ประกอบอื่นๆ สร้างข้อคำถามองค์ประกอบละ 1 ข้อ เพื่อใช้วัดองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ รวมทั้งสิ้น 45 คะแนน

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Lizzio et al. (2002) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลจากระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนทำได้หลังจากที่นักเรียนได้เรียนตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนเป็นคนออกแบบ

Narmaditya, Winarning and Wulandari (2017) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลของการวัดปริมาณเนื้อหาทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ในระยะเวลาที่กำหนด โดยในแต่ละระดับชั้น มีผลการเรียนรู้หรือตัวชี้วัดที่ผู้สอนจำเป็นต้องสอนผู้เรียนเพื่อให้เป็นไปตามที่กำหนด

อารีย์ วชิรวารการ (2542) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียน การสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้านและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ แต่คนส่วนมาก เข้าใจว่าผลสัมฤทธิ์เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนภายในโรงเรียนและมองในแง่ความรู้ความสามารถทางสมองเท่านั้น ในทางที่เป็นจริงแล้วความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมล้วนก็เป็นผลจากการฝึกสอนและอบรม ซึ่งก็นับเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้การศึกษา ค้นคว้า อบรม การสั่งสอนหรือได้จากประสบการณ์ที่ได้รับจากทางโรงเรียน บ้านและแหล่งอื่น ๆ

สมนึก ภัททิยธนี (2558) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมี 2 ประเภทคือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐานล้วน

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากการวัดความสามารถของนักเรียนจากเนื้อหาในรายวิชานั้น ๆ ซึ่งประกอบด้วยความรู้ ความสามารถซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการเรียนรู้และได้รับจากกระบวนการเรียนการสอน

ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้คำนิยาม ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากการจัดการเรียนรู้ที่วัดได้จากการประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูม แบ่งออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ระดับความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการประยุกต์ใช้ ระดับการวิเคราะห์ ระดับการสังเคราะห์ และระดับการประเมินค่า

6.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวถึง ผลงานทางวิชาการ ของเบนจามิน บลูม (Benjamin S. Bloom) ที่มีชื่ออนุกรมวิธานของบลูม (Blooms' Taxonomy) ซึ่งก็คือการจัดจำแนกการเรียนรู้ออกเป็น ๓ ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) และด้านจิตพิสัย (Affective Domain) สำหรับด้านพุทธิพิสัยนั้นบลูมได้ แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1) ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่ นักเรียนสามารถตอบเกี่ยวกับสาระหรือข้อเท็จจริง คำนิยาม ชื่อ สูตรต่าง ๆ หลักเกณฑ์ ทฤษฎี การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมว่าใช้ความสามารถในการจำและระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือเคยพบมาแล้วมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากความจำ เช่น

- สิ่งแวดล้อมหมายถึงอะไร
- ระบบสุริยะประกอบด้วยอะไรบ้าง
- โมเลกุลคืออะไร

2) ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่ นักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้ทั้งด้านความหมายความสัมพันธ์และความรู้ที่เป็นโครงข่ายระหว่างแนวคิด (Network of Concepts) ทั้งหมดที่เรียน การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมหรือใช้ความสามารถในการอธิบาย บรรยาย แปลความหมาย ขยายความ สรุปอ้างอิงจาก ข้อมูล (Data) ที่ผ่านการประมวลเป็นสารสนเทศ (Information) แล้ว เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น

- เพราะเหตุใดในทะเลทรายจึงมีพืชดำรงชีวิตอยู่ได้น้อย
- ทำไมดวงจันทร์จึงมีลักษณะแตกต่างกันในแต่ละคืน
- เพราะเหตุใดจึงต้องสร้างเขื่อนให้ฐานเขื่อนมีความกว้างกว่าสันเขื่อน

3) ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้ (Application) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการหาคำตอบและแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการนำเอาข้อเท็จจริง (Fact) ความคิด (Idea) หลักการ (Principle) กฎ (Law) วิธีการหรือสูตรต่าง ๆ มาใช้ในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการนำไปใช้ เช่น

- ถ้าอู่นางไปเรื่อย ๆ จะเกิดอะไรขึ้นบ้าง
- ในการทำน้ำเชื่อม ถ้าอยากให้น้ำตาลทรายทั้งหมดละลายได้เร็วขึ้นจะทำได้บ้าง

- เราจะวัดความสูงของต้นไม้ได้อย่างไร

4) ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ (Analyzation) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณและลึกซึ้ง เนื่องจากไม่สามารถหาข้อมูลที่มีอยู่ได้โดยตรงมี 2 ลักษณะ คือ

4.1) วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ได้ข้อสรุปและหลักการที่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

4.2) วิเคราะห์ข้อสรุป ข้ออ้างอิงหรือหลักการต่าง ๆ เพื่อหาหลักฐานที่สนับสนุนหรือปฏิเสธข้อความนั้นการประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ หาความสัมพันธ์และหลักการของเรื่องนั้นมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการวิเคราะห์ เช่น

- การทดลองนี้ นักเรียนต้องควบคุมอะไรให้คงที่บ้าง
- ดาวศุกร์และโลกมีอะไรเหมือนกันและแตกต่างกันบ้าง
- ถ้าน้ำมันปิโตรเลียมและแก๊สธรรมชาติหมดไปจากโลก จะส่งผลกระทบต่อมนุษย์

อย่างไรบ้าง

5) ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนสามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ทำนายสถานการณ์ในอนาคต คิดวิธีแก้ไขปัญหา การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันหรือสร้างรูปแบบหรือแนวคิดใหม่หรือการปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้นมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสังเคราะห์ เช่น

- เราจะวางแผนการบันทึกจำนวนแมลงที่บินเข้าและออกจากสวนได้อย่างไร
- ถ้าต้องอธิบายเรื่องความหนาแน่นให้นักเรียน ป.4 เข้าใจ จะมีวิธีการอย่างไร

บ้าง

- ถ้าต้องสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะของอะตอมอีกครั้งหนึ่ง จะทำให้เหมือนจริง มากกว่าแบบจำลองที่ทำไว้ก่อนหน้านี้ได้อย่างไรบ้าง

6) ระดับที่ 6 ระดับการประเมินผล (Evaluation) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนต้องใช้การตัดสินใจคุณค่า โดยต้องมีการตั้งเกณฑ์ในการประเมินและแสดงความเห็นในเรื่องนั้น ๆ ได้

การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินโดยใช้เหตุผลมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินผล เช่น

- นักเรียนคิดว่าเหตุผลของนักดาราศาสตร์ในการตัดสินให้ดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์แคระในระบบสุริยะเพียงพอแล้วหรือไม่ เพราะเหตุใด
- นักเรียนคิดว่าการค้นพบทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอน์สไตน์มีประโยชน์หรือไม่ เพราะเหตุใด
- หากประเทศไทยจะประกาศให้การโคลนเป็นเรื่องที่ทำได้โดยถูกกฎหมาย นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

Anderson and Krathwohl (2001 อ้างในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ได้ทบทวนและปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูม โดยใช้ชื่อว่า อนุกรมวิธานการเรียนการสอนและการประเมินหรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยการเปลี่ยนแต่ละระดับของบลูมจากคำนามให้เป็นคำกริยาเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญา ด้านพุทธิพิสัยซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1.) ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถจดจำหรือย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้แล้วสามารถนำความรู้ที่อยู่ในความทรงจำออกมาได้ ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากการจำ เช่น

- อะตอมคืออะไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง
- สมการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเป็นอย่างไร

2.) ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบาย สื่อสาร หรือแสดงให้เห็นความเข้าใจข้อเท็จจริง แนวคิด หรือความรู้ที่ได้เรียนซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น อธิบาย จำแนก เปรียบเทียบ สร้างแผนภูมิหรือแผนผังตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น

- แรงสัมผัสและแรงไม่สัมผัสเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

- แผนภูมิแสดงความสูงของพืชแต่ละชนิดในหนึ่งสัปดาห์สามารถอธิบายเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างไร

- เพราะเหตุใดนักบินอวกาศจึงต้องสวมชุดอวกาศเมื่อออกไปปฏิบัติภารกิจภายนอกยานอวกาศ

3.) ระดับที่ 3 ประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถลงมือทำหรือดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยนำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประยุกต์ใช้ เช่น

- จะเกิดอะไรขึ้นถ้าแก๊สที่กำลังเดือดได้รับพลังงานความร้อนมากขึ้น

- ถ้านำพืชแต่ละชนิดไปวางไว้ในที่ที่ไม่มีแสงแดดส่องถึง พืชแต่ละชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

- จะเลือกใช้วัสดุชนิดใดมาสร้างเสื่อกันฝน เพราะเหตุใด

4.) ระดับที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถแจกแจง แยกแยะสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ออกเป็นองค์ประกอบหรือส่วนย่อย ๆ และพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของส่วนย่อยแต่ละส่วน รวมถึงพิจารณาความเกี่ยวข้องของแต่ละส่วนย่อยกับสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ที่ได้แยกแยะออกมาตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการ วิเคราะห์ เช่น

- ปากใบมีความสำคัญอย่างไรต่อการทำหน้าที่ของใบพืช

- การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารมีผลต่อการเกิดลมอย่างไร

- ระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็งขั้วโลกและแต่ละปัจจัยมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

5.) ระดับที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีวิพากษ์ (Criticize) ตรวจสอบ (Checking) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินค่า เช่น

- แบบจำลองใดที่อธิบายเกี่ยวกับระบบสุริยะได้ครบถ้วนและใกล้เคียงกับข้อเท็จจริงมากที่สุด

- ถ้าต้องอธิบายเรื่องความหนาแน่นให้น้องชั้น ป.4 เข้าใจ จะมีวิธีการอย่างไรบ้าง

- ถ้าต้องสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะของอะตอมอีกครั้งหนึ่ง จะทำให้เหมือนจริงมากกว่าแบบจำลองที่ทำไว้ก่อนหน้านี้ได้อย่างไรบ้าง

6.) ระดับที่ 6 สร้างสรรค์ (Create) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถการนำส่วนย่อยต่าง ๆ หรือองค์ประกอบย่อยเข้ามาเชื่อมโยงกันเป็นภาพรวมของสิ่งของวัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ อย่างมีเหตุผลโดยผ่านการออกแบบ การวางแผน การสร้าง การผลิต การก่อให้เกิด (Generating) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสร้างสร้างสรรค์ เช่น

- เสนอแนวทางอื่น ๆ ที่จะทำให้ประเทศไทยมีพลังงานไว้ใช้ผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอต่อความต้องการของคนทั้งประเทศ

- นักเรียนเห็นด้วยกับการนำเทคโนโลยีติดต่อพันธุกรรมมาใช้กับผลผลิตทางการเกษตรหรือไม่ เพราะเหตุใด

- เพราะเหตุใดหมาป่าจึงไม่สามารถทำลายบ้านของหนูตัวที่ 3 ได้

นันทภัส นิยมทรัพย์ (2560) กล่าวถึง คำอธิบายและคำกริยาที่ใช้ในอนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัย ฉบับปรับปรุงของบลูมมีรายละเอียดดังตาราง 9

ตารางที่ 8 แสดงอนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูม (นันทภัส นิยมทรัพย์, 2560)

ระดับพุทธิพิสัย	คำอธิบาย	ตัวอย่างพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง		
จำได้	การระลึกได้ถึงข้อเท็จจริง ข้อความ หรือความรู้เฉพาะด้าน โดยการระลึกได้จาก ความจำระยะยาว	นับ นิยาม บรรยาย วาด ค้นหา	ระบุ ทำเครื่องหมาย ใส่รายการ บอก ตำแหน่ง บอกชื่อ	เรียก ท่อง บันทึก เล่าเหตุการณ์ บอก
ความเข้าใจ	การเข้าใจและการสร้าง ความหมาย ด้วยปากเปล่า การเขียน และการสื่อสารด้วย	แบ่ง ประ เภ ท บรรยายอภิปราย ยก ตัวอย่าง อธิบาย	อ้างถึง ระบุ ตีความ โครงร่าง ถอดความ	แทนที่เรียบเรียงใหม่ สรุป บอก แปล

	ภาพกราฟิก			
ประยุกต์	การใช้หรือการปฏิบัติกระบวนการในสถานการณ์ใหม่ที่เป็นรูปธรรม	นำไปปฏิบัติ แบ่งประเภทคำนวณ แสดงให้เห็น กำหนด/ตัดสินใจ	วาดดำเนินการ แสดงภาพประกอบ ใช้อุปกรณ์ วางแผน	เลือกแสดงให้เห็น แก้ปัญหา ถ่ายโอน ใช้
วิเคราะห์	การแยกส่วนจากองค์รวมไปสู่ส่วนย่อยและทำความเข้าใจบทบาทของแต่ละส่วนย่อยนั้น การบอกความสัมพันธ์ของส่วนย่อยนั้นและความสัมพันธ์ของเป้าหมายโดยรวมหรือโครงสร้างโดยรวม	วิเคราะห์ จำแนก/แยกแยะ จัดหมวดหมู่ให้คุณลักษณะเปรียบเทียบ	บอกสิ่งที่ขัดแย้ง ถอดโครงสร้างบอกความแตกต่าง แบ่งแยกทำให้เห็นความต่าง	ตรวจสอบอนุมาน / อนุมาน ได้สอบสวน เชื่อมโยงแยกส่วน
ประเมิน	การสร้างและแสดงให้เห็น ถึงคำตัดสินที่เกิดจากเกณฑ์	อ้างเหตุผล ประเมินคุณค่า เลือกสรร ลงความเห็น วิจารณ์	ตัดสิน ประเมิน คิดเห็นแสดงเหตุผล คาดการณ์	ลำดับ ความสำคัญ พิสูจน์ จัดตำแหน่ง กำหนดระดับชั้น คัดเลือก
สร้างสรรค์	การสร้างแบบแผนใหม่ด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ที่เป็น ปัจเจกหรือการ จัดวาง ส่วนประกอบต่างๆ เข้าด้วยกันให้เกิดเป็นแบบ แผนที่สอดคล้องเป็นหนึ่ง	ดัดแปลง สร้าง ออกแบบ พัฒนา คัดสูตร/บัญญัติ	จินตนาการ บูรณาการ ประดิษฐ์ ทำ/ก่อปรับเปลี่ยน	ประกอบ วางแผน คาดการณ์ผลิต เสนอ/แนะนำ

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้จากการบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ด้าน คือ ความรู้

ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า และอนุกรมวิธาน ที่ปรับปรุง มาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัยซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้จดจำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่าและสร้างสรรค์

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น โดยวัดผลด้านพุทธิพิสัยในระดับความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการประยุกต์ใช้ ระดับการวิเคราะห์และระดับการสังเคราะห์เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

6.3 เครื่องมือวัดประเมินผลสัมฤทธิ์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552 อ้างอิงในวรรณภา วังคะฮาด, 2559) กล่าวว่า เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบ ยุทธวิธีและเครื่องมือประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยทั่วไปมีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ เพื่อรู้จักผู้เรียน เพื่อประเมินวิธีเรียนของผู้เรียนและเพื่อประเมินพัฒนาการของผู้เรียน ผู้สอนสามารถเลือกใช้หรือคิดค้นวิธีการวัดและประเมินผลให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการนำผลการประเมินไปใช้เพื่อตอบสนองความต้องการ 3 ประการดังกล่าวข้างต้น การประเมินผลมีวิธีการประเมินแบบต่าง ๆ ที่ผู้สอนสามารถเลือกใช้ได้ มีดังต่อไปนี้

6.3.1 การสังเกตพฤติกรรม เป็นการเก็บข้อมูลจากการดูการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียนโดยไม่ขัดจังหวะการทำงานหรือการคิดของผู้เรียน การสังเกตพฤติกรรมเป็นสิ่งที่ทำได้ตลอดเวลา แต่ควรมีกระบวนการและจุดประสงค์ที่ชัดเจนว่าต้องการประเมินอะไร โดยอาจใช้เครื่องมือ เช่น แบบตรวจสอบรายการ สมุดจดบันทึก เพื่อประเมินผู้เรียนตามตัวชี้วัดและควรสังเกตหลายครั้ง หลายสถานการณ์ หลายช่วงเวลาเพื่อขจัดความลำเอียง

6.3.2 การสอบปากเปล่า เป็นการให้ผู้เรียนได้แสดงออกด้วยการพูดตอบประเด็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามมาตรฐานผู้สอนเก็บข้อมูล จดบันทึก รูปแบบการประเมินนี้ผู้สอนและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันโดยตรง สามารถมีการอภิปรายโต้แย้ง ขยายความปรับแก้ไขความคิดกันได้

6.3.3 การพูดคุย เป็นการสื่อสาร 2 ทางอีกประเภทหนึ่งระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน สามารถดำเนินการเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ โดยทั่วไปมักใช้อย่างไม่เป็นทางการเพื่อติดตามตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพียงใด

6.3.4 การเขียนสะท้อนการเรียนรู้ เป็นรูปแบบการบันทึกการเขียนอีกรูปแบบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเขียนตอบคำถามของครู ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับความรู้ ทักษะที่กำหนดในตัวชี้วัด การเขียนสะท้อนการเรียนรู้ นอกจากทำให้ผู้สอนทราบความก้าวหน้าในผลการเรียนรู้แล้ว ยังใช้เป็นเครื่องมือประเมินพัฒนาการด้านทักษะการเขียนได้อีกด้วย

6.3.5 การประเมินการปฏิบัติ เป็นวิธีการประเมินงานหรือกิจกรรมที่ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเพื่อให้ทราบถึงผลการพัฒนาของผู้เรียน การประเมินลักษณะนี้ผู้สอนต้องเตรียมสิ่ง สำคัญ 2 ประการ ส่วนแรกคือ ภาระงาน (Tasks) ที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติ และส่วนที่ 2 คือเกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติ

6.3.6 การประเมินด้วยแฟ้มสะสมงาน เป็นการเก็บรวบรวมชิ้นงานของผู้เรียนเพื่อสะท้อนความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน โดยแฟ้มสะสมงานที่แสดงความก้าวหน้าของผู้เรียนต้องมีผลงานในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่แสดงถึงความก้าวหน้าของผู้เรียน

6.3.7 การวัดและประเมินด้วยแบบทดสอบ เป็นการประเมินตัวชี้วัดด้านการรับรู้ข้อเท็จจริง (Knowledge) ผู้สอนควรเลือกใช้แบบทดสอบตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัดประเมิน เช่น แบบทดสอบเลือกตอบ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเติมคำหรือข้อความ แบบทดสอบการเขียนบรรยาย เป็นต้น ทั้งนี้แบบทดสอบที่จะใช้ต้องเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ มีความเที่ยงตรง (Validity) และเชื่อมั่นได้ (Reliability)

6.3.8 การประเมินด้านความรู้สึนึกคิด เป็นการประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะ และเจตคติที่ควรปลูกฝังในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการวัดและประเมินผลเป็นลำดับขั้นจากต่ำสุดไปสู่สูงสุด

6.3.9 การประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลายดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อให้ได้ผลการประเมินที่สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จึงควรใช้การประเมินการปฏิบัติ (Performance Assessment) ร่วมกับการประเมินด้วยวิธีการอื่น ภาระงานควร สะท้อนสภาพความเป็นจริงหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากกว่าเป็นการปฏิบัติกิจกรรมทั่ว ๆ ไป ดังนั้น การประเมินตามสภาพจริงจะต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลไปด้วยกัน และกำหนดเกณฑ์การประเมิน (Rubrics) ให้สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริง

จากการศึกษาเครื่องมือการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าในการวัดและประเมินผลด้านการศึกษานั้นจะใช้เครื่องมือใดในการวัดประเมินต้องขึ้นอยู่กับลักษณะของจุดประสงค์การศึกษาและแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลการเรียนรู้มีหลายลักษณะแต่ละชนิดมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันไปตามการใช้งาน ซึ่งในงานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยได้เลือกเครื่องมือที่ใช้วัดประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้แก่ การวัดและประเมินด้วยแบบทดสอบ

6.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.4.1 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

Ross and Stanley (1967) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทางวิชาการ เช่น แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์

Gronlund and Norman (1993) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็น กระบวนการเชิงระบบเพื่อวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยหน้าที่หลักสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

Puckett and Black (2000) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น แบบทดสอบที่ใช้วัดสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วหรือเป็นทักษะที่ผู้เรียนได้รับการสอนและการฝึกฝนมาแล้วว่าผู้เรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด

อารีย์ วชิรวรการ (2542) กล่าวว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดของคำถามที่วัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนในด้านความรู้ ทักษะที่นักเรียนได้รับประสบการณ์จากภายในโรงเรียนและภายนอกโรงเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าสามารถบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2546) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

บุญชม ศรีสะอาด (2556) กล่าวถึง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการ

เรียนรู้ในเนื้อหาสาระตามวัตถุประสงค์ของวิชาโดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาต่าง ๆ ในโรงเรียนที่ผ่านการเรียนมาแล้วว่ามีความรอบรู้มากน้อยเพียงใด

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า หมายถึง ข้อคำถามที่ใช้วัดความรู้ ทักษะโดยเน้นที่ความสามารถทางวิชาการของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ไปแล้วในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของวิชา

6.4.2 จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นเป็นการกำหนดขอบเขตหรือขอบข่ายของครูผู้สอนว่าจะใช้ประเด็นใดในการวัดและประเมินนักเรียน เพื่อให้เหมาะสมกับแนวการจัดการเรียนการสอน ซึ่งได้มีนักวิชาการหลายท่านได้นิยามจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

สมจิต จันทรฉาย (2557) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เพื่อนำผลการประเมินไปปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียนทำให้ผู้สอนทราบจุดอ่อนจุดแข็งของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม เพื่อนำผลไปปรับปรุงหลักสูตรและประสิทธิภาพของผู้สอน

โชติกา ภาชีผล และคณะ (2558) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ ดังนี้

- 1) การวัดและประเมินผลเพื่อจัดตำแหน่ง
- 2) การวัดและประเมินผลเพื่อคัดเลือก
- 3) การวัดและประเมินผลเพื่อวินิจฉัย
- 4) การวัดและประเมินผลเพื่อเปรียบเทียบ
- 5) การวัดและประเมินผลเพื่อพยากรณ์
- 6) การวัดและประเมินผลเพื่อประเมินค่า

จากที่การศึกษาสามารถสรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อการนำผลการประเมินไปปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อทราบจุดแข็ง-จุดอ่อนของนักเรียน นำไปปรับปรุงหลักสูตรและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ

6.4.3 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543) ได้อธิบายถึงแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด โดยมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนเขียนตอบกับให้นักเรียนปฏิบัติจริงซึ่งมี 2 แบบ คือ

1.) แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่ดำเนินการสอบแบบมาตรฐานการแปลคะแนนก็เป็นมาตรฐานสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาและยอมรับในคุณภาพที่สามารถขยายไปสู่ประชากรได้ การดำเนินการในการใช้แบบทดสอบมาตรฐานนี้ต้องทำตามคู่มือทุกอย่างไม่ว่าการแจก การอธิบาย การใช้เวลา การตรวจและการแปลคะแนนของข้อสอบ

2.) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบจำลองสร้างตามจุดประสงค์ของครูที่สอนเป็นคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องในส่วนใดจะได้ซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดความรู้เพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู บางฉบับอาจจะไม่ได้ทดลองสอบมาก่อน กลุ่มตัวอย่าง ไม่คลุมประชากร การดำเนินการสอบจึงยังไม่ได้มาตรฐานแก้ไขได้ทุกกระยะ ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจึงเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจะมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้านเหมือนกัน ดังนี้

- 1) วัดด้านการนำไปใช้
- 2) วัดด้านการวิเคราะห์
- 3) วัดด้านการสังเคราะห์
- 4) วัดด้านการประเมินค่า

ไพศาล วรคำ (2559) ได้กล่าวถึงการจำแนกแบบทดสอบตามการตรวจให้คะแนนสามารถจำแนกได้ 3 ประเภทดังนี้

1.) แบบทดสอบปรนัย (Objective test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยสูง กล่าวคือ ไม่ว่าจะให้บุคคลใดเป็นผู้ตรวจก็จะสามารถให้คะแนนได้

ถูกต้องตรงกันเสมอ เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบจับคู่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด เป็นต้น

2.) แบบทดสอบอัตนัย (Subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยต่ำหรือคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน เช่น แบบทดสอบความเรียงแบบทดสอบเติมคำ เป็นต้น

3.) แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่ทำการปรับปรุงมาจากแบบทดสอบอัตนัย โดยการปรับวิธีการตรวจให้คะแนนให้มีความเป็นปรนัยมากขึ้น

บุญชม ศรีสะอาด (2556) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2.) แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดีเป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนตามโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัยหรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

จากการศึกษางานวิจัยจึงสรุปได้ว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งได้หลายประเภทตามเกณฑ์การจำแนก โดยถ้าแบ่งตามการสร้างจะได้แบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หากจำแนกตามการตรวจให้คะแนนจะจำแนกได้เป็นแบบทดสอบปรนัย ซึ่งการตรวจให้คะแนนจะไม่ขึ้นอยู่กับผู้ให้คะแนน แบบทดสอบอัตนัยและแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ ซึ่งการให้คะแนนของแบบทดสอบอัตนัยจะขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคนและหากจำแนกตามลักษณะ การนำผลที่ได้ไปใช้ประเมิน สามารถจำแนกได้เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ซึ่งเป็น

แบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อวัดความรู้ว่ามีความรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ แบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบทดสอบความรู้ของ แต่ละบุคคลว่ามีความรู้ในระดับใดเมื่อเทียบกับบุคคลอื่น

7. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E_1/E_2)

7.1 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม

เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง (2555) กล่าวถึง การหาคุณภาพของนวัตกรรม โดยมีวิธีการดังนี้

1.) การตรวจสอบเบื้องต้น เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ เฉพาะเรื่องที่ทำนวัตกรรมนั้นโดยตรงอย่างน้อย 3 คนตรวจสอบ ถ้าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มีความเห็น สอดคล้องกัน 2 หรือ 3 คน แสดงว่าเนื้อหาและรูปแบบมีความถูกต้องเที่ยงตรงและครอบคลุม จุดมุ่งหมายที่กำหนด ซึ่งการตรวจสอบที่สมบูรณ์ถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนที่จะนำไปทดลองใช้นั้น จะ ใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในการพิจารณาคุณภาพของนวัตกรรม

2.) การทดลองและพัฒนา เป็นการตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรมที่ใช้กัน โดยทั่วไปและเชื่อว่ามีมาตรฐานจะมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1) การทดลองแบบ 1:1 เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลอง กับนักเรียน 3 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้ง เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ตรวจสอบการใช้ นวัตกรรมและความสอดคล้องเหมาะสมในด้านต่าง ๆ อย่างละเอียด จากการสังเกต พฤติกรรมการใช้ ของนักเรียนและนำมาแก้ไขข้อบกพร่องที่พบให้สมบูรณ์

2.2) การทดลองกลุ่มเล็ก เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลอง ใช้กับ นักเรียน 5-10 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลางและอ่อน เพื่อตรวจสอบความ ถูกต้องเหมาะสมของนวัตกรรมที่สร้างหรือพัฒนาขึ้น และนำผลมาแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

2.3) การทดลองกลุ่มใหญ่ เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลอง กับนักเรียน ตั้งแต่ 20-30 คนขึ้นไป เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของนวัตกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิภาพ (Developmental Testing) เป็นกระบวนการควบคุมและประกันคุณภาพ เพื่อให้แน่ใจว่าต้นแบบชิ้นงานของผลิตภัณฑ์และ นวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพจริง ก่อนที่จะนำไปเผยแพร่หรือใช้จริง รวมถึงการผลิตสื่อและชุดการ สอนที่ เป็นต้นแบบชิ้นงานใหม่เช่นเดียวกัน จำเป็นที่ต้องผ่านการทดสอบประสิทธิภาพก่อนที่จะให้ครู

นำไปใช้ กับนักเรียน โดยดำเนินการตามกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ การทดลองใช้เบื้องต้น (Try-out) และการ ทดลองใช้จริง (Trial Run) ซึ่งมีวิธีการทดสอบประสิทธิภาพโดยการใช้สูตร E_1/E_2 สำหรับการทดสอบ ประสิทธิภาพของกระบวนการ (Process- E_1) และทดสอบประสิทธิภาพของ ผลลัพธ์ (Product- E_2)

1.) การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิต ขึ้นเป็น ต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อ ปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

2.) การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ ได้ทดสอบ ประสิทธิภาพและปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชา ไปสอน จริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง ได้แก่ 1 ภาคการศึกษาเป็น อย่างน้อยเพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

ประสาธ เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอน มีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational approach) และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical approach)

1.) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพ โดยใช้ หลักของความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของนวัตกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัย ผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมในด้านความ ถูกต้อง ของการนำไปใช้ ถ้าได้ค่าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงแก้ไขนวัตกรรมการเรียนการสอน และ นำไปใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใหม่

2.) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับ นักเรียน กลุ่มเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ ฯลฯ ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีการนี้

สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้นจะมี 2 ขั้นตอนหลัก คือ การตรวจสอบ ประสิทธิภาพเบื้องต้น โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบและนำมาปรับปรุงจนกว่าจะเท่าเกณฑ์ ที่ กำหนดไว้และการหาประสิทธิภาพจากการนำไปใช้สอนจริง ในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การ

เรียนที่ แท้จริงเพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

7.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

7.2.1 ความหมายของเกณฑ์

สุวิมล ว่องวานิช (2545) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เกณฑ์ หมายถึง ระดับที่ใช้ในการตัดสินความสำเร็จของการดำเนินงานตามตัวบ่งชี้ที่กำหนด เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ถือว่าอยู่ในระดับดี กำหนดเกณฑ์การตัดสินว่าต้องสอบได้คะแนน 80% จึงจะได้เกรด A ถ้าได้น้อยกว่า 50% ถือว่าสอบตก

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่าสิ่งใด หรือ พฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้

จากข้างต้นสามารถสรุปความหมายของเกณฑ์ได้ว่า เกณฑ์ หมายถึง ขีดหรือระดับที่ใช้ตัดสินความสำเร็จของงาน คุณภาพของผลงานและผลการกระทำหรือการปฏิบัติ

7.2.2 ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง (2555) อธิบายว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ โดยยกตัวอย่าง $E_1/E_2 = 80/80$ ดังนี้

1.) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิภาพ ของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์หาค่าเฉลี่ย E_1 และ E_2

2.) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนจากการ ทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 80

3.) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2)

คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยเทียบกับคะแนนที่ได้ก่อนการเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับ ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ ผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วสื่อหรือ ชุดการสอนนั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก และ อธิบายว่าการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย(ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1.) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของนักเรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่ เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2.) ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมิน ผลลัพธ์ (Product)ของนักเรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบได้

สรุปได้ว่า ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของ นวัตกรรม การสอนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นระดับที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยเกณฑ์ ของประสิทธิภาพมีความหมายที่แตกต่างกันหลายลักษณะและการกำหนดเกณฑ์ทำได้โดยประเมินผล พฤติกรรม 2 ประเภท ได้แก่ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องซึ่งเป็นการประเมินผลของกระบวนการและ ประเมินพฤติกรรมสุดท้ายเป็นการประเมินผลลัพธ์

7.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) ได้กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมสามารถหาได้ จาก การคำนวณตามสูตรดังนี้

1.) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\Sigma(\frac{X}{A})}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

X แทน คะแนนที่ได้จากคุณลักษณะและการทดสอบย่อยระหว่างเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของคุณลักษณะและการทดสอบย่อยระหว่างเรียน

2.) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\Sigma(\frac{Y}{B})}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

Y แทน คะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม (2560) กล่าวถึงสูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม ดังนี้

1.) สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\Sigma X}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของทุกส่วน

2.) สูตรที่ 2
$$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน	ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
$\sum X$ แทน	ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน
N แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
A แทน	คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน

สรุปได้ว่า วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมจะแบ่งออกเป็นการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) ซึ่งค่าคะแนนได้มาจากการผลรวมของคะแนนการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์(E_2) ค่าคะแนนได้มาจากการผลรวมของคะแนนการทดสอบหลัง การจัดการเรียนรู้ทั้งหมด

7.4 การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ประสาท เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม โดย การ ยอมรับว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้

- 1.) สูงกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบที่เรียนสำเร็จรูปได้ 95/95
- 2.) เท่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบที่เรียนสำเร็จรูปได้ 90/90
- 3.) ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ไม่เกิน 2.5%

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมพิจารณา ดังนี้

- 1.) ถ้าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมและด้านผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับหรือสูงกว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ สรุปได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ

2.) ถ้าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมและด้านผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 2.5

สรุปได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ สรุปได้ว่า การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นจะต้องพิจารณาตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยถ้าคำนวณค่าประสิทธิภาพได้สูงกว่า หรือเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะยอมรับว่านวัตกรรมนั้นมี ประสิทธิภาพ แต่หากได้ค่าต่ำกว่าเกณฑ์จะต้องได้ไม่เกินร้อยละ 2.5 จึงจะยอมรับได้ว่านวัตกรรมนั้นมี ประสิทธิภาพ

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น สรุปว่า การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนพัฒนาขึ้นสามารถหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพด้านกระบวนการที่ได้จากการประเมินนักเรียนจากแบบฝึกหัด ใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียนของนักเรียนและ E_2 เป็นประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เป็นการประเมินผลลัพธ์สุดท้ายซึ่งได้จากคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคน แต่การที่จะสรุปว่าสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพหรือไม่จะต้องมีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณาการเลือกเกณฑ์เพื่อกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรม ควรพิจารณาจากหลายปัจจัย เช่น ประเภทของสื่อนวัตกรรม ความยากของเนื้อหาสาระ สติปัญญาของกลุ่มนักเรียน วุฒิภาวะของนักเรียนและวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับนับหาจำนวนวิธีต่าง ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ จึงทำให้เนื้อหาในเรื่องนี้จัดเป็นเนื้อหาที่ซับซ้อน และเป็นระบบ จึงทำให้ทำความเข้าใจได้ยาก อีกทั้ง คำนึงถึงสติปัญญาของนักเรียนเป็นที่กลุ่มตัวอย่างและบริบทในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ผู้วิจัย จึงได้ตั้งเกณฑ์ของประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 หมายถึง ค่าตัวเลขที่บอกถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเป็นนวัตกรรมที่เน้นการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1 เกณฑ์ 70 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำใบงานในชั้นเรียนและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนในทุกแผนการจัดการเรียนรู้สัดส่วน 60:40 ตามลำดับ ที่มี ค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

2 เกณฑ์ 70 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หาค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมและคิดเป็นร้อยละ 70

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

ฉันทากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2556) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ระดับอุดมศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้สถานการณ์ปัญหาชนิดมีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ กล่าวว่าเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน มีหลายแง่มุมและไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว และในตัวปัญหาจะไม่ให้ข้อมูลที่จำเป็นที่จะสามารถแก้ปัญหาได้ทันที กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ จำนวน 30 คน ใช้แผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง ผลการวิจัยพบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 และกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งคะแนนเฉลี่ยการทำงานเป็นทีมและคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

วาสนา ภูมิ (2555) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกลักษณะของปัญหาที่หลากหลายแต่หนึ่งในนั้นเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ กล่าวว่าเป็นปัญหาที่สามารถหาแนวทางในการหาคำตอบได้หลากหลายเป็นลักษณะที่เป็นปัญหาตามแบบธรรมชาติทั่วไป กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

วรนิพิฏ์ พันธหนองหว้า (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มทดลองคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 72 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คนและกลุ่มควบคุม จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

Jonassen (1997) ได้ศึกษาเรื่องการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ของการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาที่ใช้ทักษะการคิดขั้นสูงโดยปัญหา 2 ประเภทนี้มีความแตกต่างกันแค่ความซับซ้อนของปัญหา ซึ่งนักออกแบบการแก้ปัญหาต้องมีความคิดเป็นของตัวเองและมีการตัดสินใจที่ดี นอกจากนี้รูปแบบการเรียนการสอนที่นำเสนอในงานวิจัยนี้จะถูกพัฒนามากขึ้นถ้าได้นำไปใช้และนำมาปรับแก้ร่วมกัน

Hong (1998) ได้ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างสมบูรณ์และโครงสร้างไม่สมบูรณ์โดยใช้โปรแกรมสื่อมัลติมีเดีย ผลการวิจัยพบว่าปัญหาทั้ง 2 ประเภทมีองค์ประกอบที่ใช้ในการแก้ปัญหแตกต่างกัน โดยปัญหาที่โครงสร้างสมบูรณ์ประกอบด้วยความรู้ ความเข้าใจ ความรู้เฉพาะเจาะจง และความรู้ที่มีโครงสร้าง ส่วนปัญหาที่โครงสร้างไม่สมบูรณ์ประกอบด้วยอภิปัญญา ตัวแปรที่ไม่ทราบค่า และทักษะการให้เหตุผลรวมกับความรู้ความเข้าใจ นอกจากนี้ปัญหาที่โครงสร้างไม่สมบูรณ์เป็นปัญหาที่ซับซ้อนและต้องการเนื้อหาความรู้จำนวนมากในสาขาวิชาต่าง ๆ ตัวแปรที่ไม่ทราบค่ามีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ต้องพิจารณา

Byun et al. (2014) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียนประถมศึกษาโดยใช้แบบจำลองจากคอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้พยายามที่จะพัฒนาเนื้อหาทางการศึกษาโดยใช้กิจกรรมการสร้างแบบจำลองจากคอมพิวเตอร์และนำไปใช้กับเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการสร้างแบบจำลองจากคอมพิวเตอร์เพิ่มความมั่นใจในตนเองในการใช้เทคโนโลยี และเมื่อใช้กิจกรรมการสร้างแบบจำลองจากคอมพิวเตอร์ ร่วมกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์สามารถพัฒนานักเรียนให้ยอมรับได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์และเป็น

ประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาที่หลากหลายในชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังเพิ่มทัศนคติเชิงบวกที่มีต่อคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีได้ด้วย

8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

กัญจน์วิภา ใบกุหลาบ และสุวรรณา จุ้ยทอง ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลัง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 55 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุลจิรา ปันมัน (2557) ได้ศึกษาผลการสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.56 /80.56 2. ผลสัมฤทธิ์และทักษะการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ในเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. กลุ่มตัวอย่างมีเจตคติในระดับมากมีค่าเฉลี่ย 4.09

ศศิกานต์ พงษ์พัฒน์ (2555) ได้ศึกษากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะมี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมินผล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ชนิดเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่

5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ธีรวัฒน์ ลุนสะแกวงษ์(2560) ได้แก้ปัญหความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจำกัที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นและเมทริกซ์กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดจำนวน 17 คน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.059 คิดเป็นร้อยละ 71.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 16 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 94.12 และจากการสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพบว่า นักเรียนสามารถนำเอาความรู้มาใช้ประกอบการแก้ปัญหาและใช้เหตุผลอธิบายประกอบได้อย่างสมเหตุสมผล ครูเพียงคอยให้คำแนะนำชี้แนะและสนับสนุน และยังส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการหาเหตุผลในการตอบคำถามมากยิ่งขึ้น การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

งานวิจัยต่างประเทศ

Chu et al. (2011) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนำไปสู่การพัฒนาทักษะการรู้สารสนเทศและทักษะไอทีของนักเรียน จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เมื่อเทียบกับก่อนที่จะจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ในการวิจัยพบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญสำหรับทุกมิติของการรู้สารสนเทศและทักษะด้านไอที

Chu et al. (2011) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วย wiki ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของประเทศฮ่องกง การวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานด้วย wiki ซึ่งเป็นรูปแบบของเทคโนโลยี web2.0 ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะไอทีของนักเรียน และยังส่งผลให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

Johnson, Sarah A. and Cuevas, J. (2016) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานกับแรงจูงใจในการอ่านหนังสือและการรับรู้ของ นักเรียน ใช้แบบสอบถามก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อเปรียบเทียบแรงจูงใจในการอ่านของกลุ่ม ควบคุม และกลุ่มทดลอง ผลการวิจัย พบว่า แรงจูงใจในการอ่านและการรับรู้กระบวนการคิดในการ จัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพิ่มขึ้น

8.3 งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงคำนวณ

งานวิจัยในประเทศ

ศรายุทธ ดวงจันทร์ (2561) ได้ศึกษาผลการใช้แนวสะเต็มศึกษาในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อ ความสามารถทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยศึกษาระดับ ความสามารถทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาใน วิชาฟิสิกส์และเปรียบเทียบความสามารถทักษะการคิดเชิงคำนวณระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนการ วิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น มีรูปแบบการวิจัยแบบศึกษาแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง มีการเก็บข้อมูล ความสามารถทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในวิชาฟิสิกส์มีความสามารถทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนอยู่ ในระดับดี มีความสามารถทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

ชยการ ศิริรัตน์ (2562) ได้พัฒนาการใช้กระบวนการแก้ปัญหาและโปรแกรม App Inventor พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computation Thinking : CT) สำหรับผู้เรียนระดับ มัธยมศึกษา พบว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ได้ ในหลากหลายสาขาทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์และมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ทักษะ การคิดเชิงคำนวณเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รวมทั้งความสามารถใน การเรียนรู้และเป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เริ่มจากทำความเข้าใจในปัญหาที่ ซับซ้อนด้วยการกำหนดรายละเอียดขอบเขตของปัญหาแล้ววิเคราะห์งานออกเป็นส่วนย่อย ๆ ก่อนจะ หารูปแบบของการแก้ปัญหาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้และกำหนดขั้นตอนวิธีแก้ปัญหา ซึ่งการพัฒนา ทักษะการคิดเชิงคำนวณสามารถทำได้ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการสถานการณ์ปัญหาใน

ชีวิตประจำวัน ให้เกิดการแก้ปัญหาในรูปแบบการสร้างชิ้นงานหรือการทำโครงงาน ผู้เรียนสามารถใช้ App Inmentor ทำให้เกิดการพัฒนา “ทักษะการคิดเชิงคำนวณ” อย่างมีประสิทธิภาพ

ชวพรรณ แปรการिया และวรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2562) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณโดยกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 28 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ผลวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา และการพิจารณาสาระสำคัญของปัญหาอยู่ในระดับยอดเยี่ยม สำหรับความสามารถในการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี

โชติกา สงคราม (2562) ได้พัฒนาการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณสิ่งที่ควรเน้นในการจัดการเรียนรู้ คือ ครูควรเริ่มต้นด้วยการทบทวนหลักการเรียนอัลกอริทึมก่อน เพื่อให้นักเรียนมีพื้นฐานที่ดีในการเขียนอัลกอริทึมและสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งยังช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนอีกด้วย และครูควรเตรียมการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติม อาจมีการยกตัวอย่างการพิจารณาสาระสำคัญ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และเข้าใจมากยิ่งขึ้น และจากการจัดกิจกรรม พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้

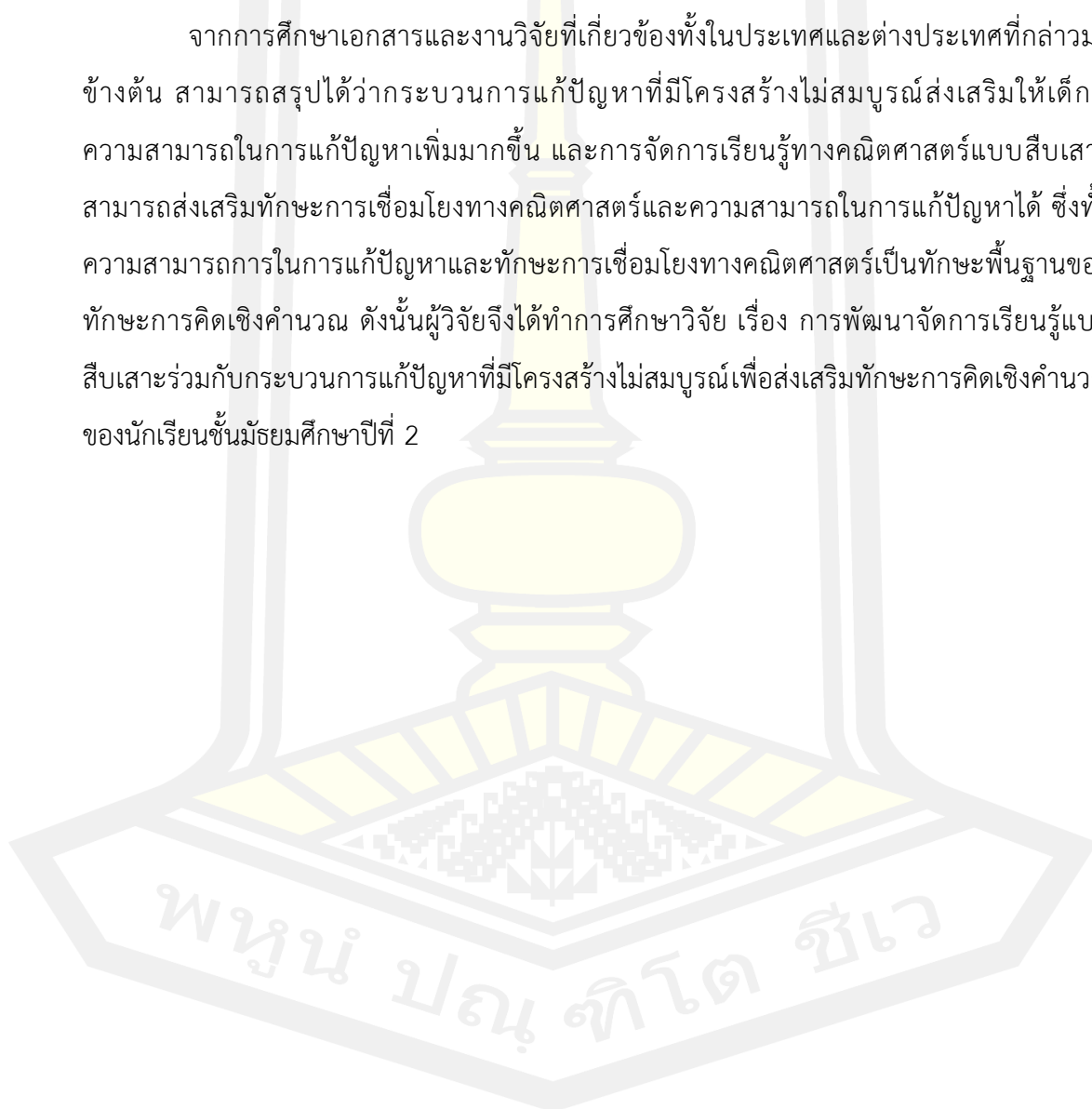
งานวิจัยต่างประเทศ

Leonard et al. (2016) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 124 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบหุ่นยนต์และเกมมีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมการสอนทางคอมพิวเตอร์ แสดงให้เห็นว่าการคิดเชิงคำนวณควรส่งเสริมด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้แก้ปัญหาผ่านการออกแบบ และสร้างชิ้นงานขึ้นมา

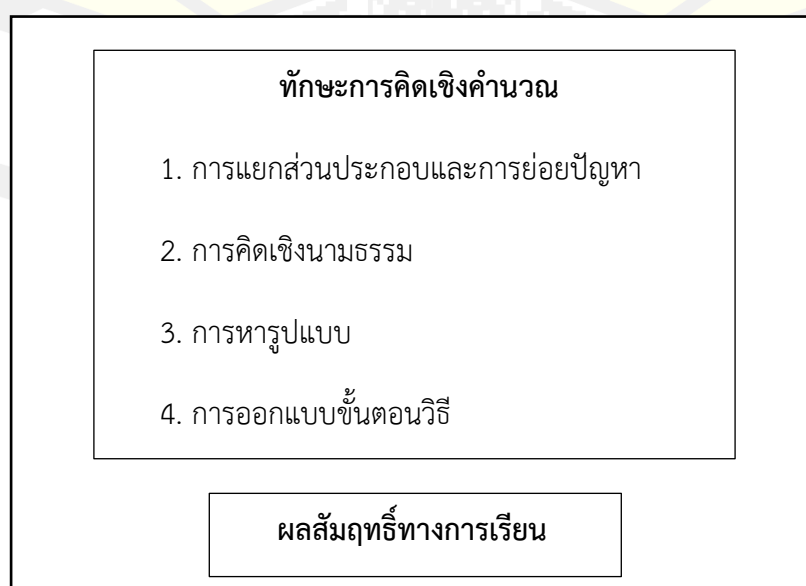
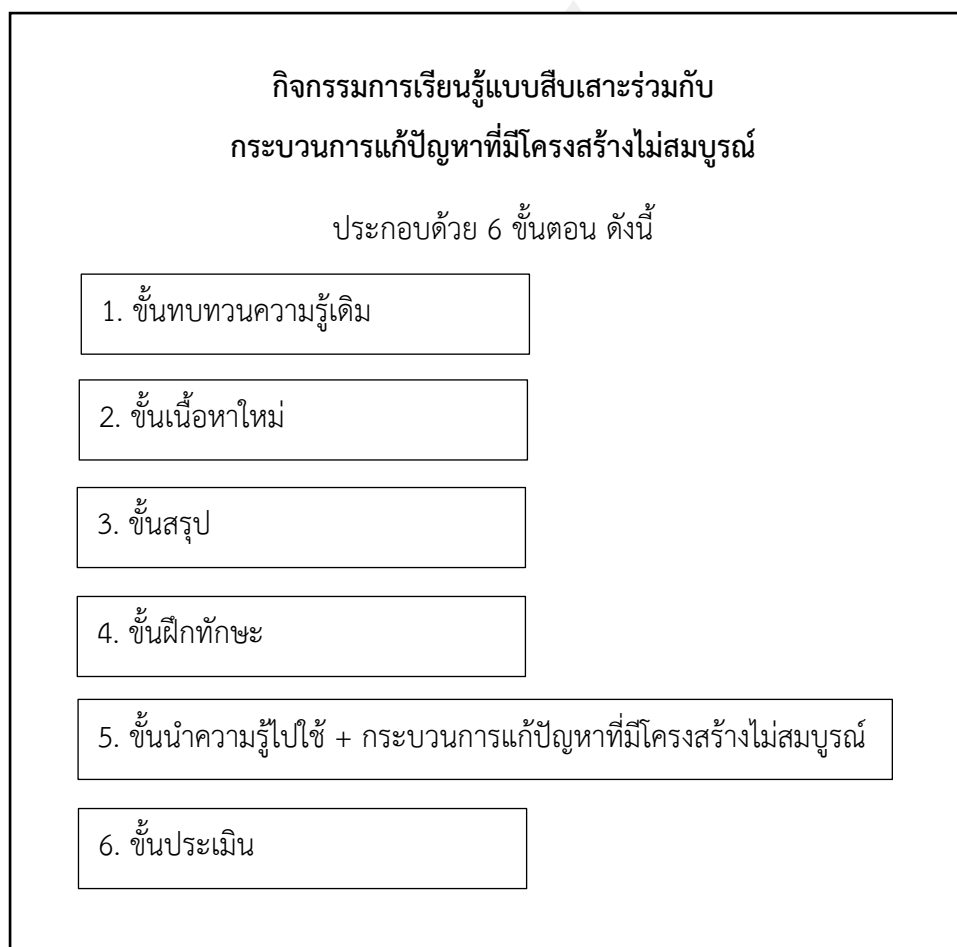
Brackmann, et al, (2017) ได้พัฒนาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ผ่านกิจกรรมแบบ Unplugged ในโรงเรียนประถมของนักเรียนในชั้นเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 จากโรงเรียนรัฐสองแห่งในกรุงมาดริด(สเปน) นักวิจัยใช้สองวิธีหลักในการสอนทักษะการคิดเชิงคำนวณในโรงเรียน : ด้วยแบบฝึกหัดการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และด้วยกิจกรรมแบบ Unplugged ซึ่งไม่

จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ดิจิทัลหรือฮาร์ดแวร์เฉพาะใด ๆ ในอดีตการจัดกิจกรรมลักษณะนี้เป็นแนวทางหลักและสำคัญสำหรับโรงเรียนที่ไม่มีทรัพยากรเทคโนโลยีที่เหมาะสม การวิจัยได้จัดการดำเนินการแบบกึ่งทดลองในโรงเรียนประถมศึกษาสองแห่งในสเปน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมแบบ Unplugged ได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณอย่างมีนัยสำคัญมากกว่าเพื่อนในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้มีส่วนร่วมในชั้นเรียน ซึ่งพิสูจน์ว่ากิจกรรมแบบ Unplugged สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ส่งเสริมให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น และการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะสามารถส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะพื้นฐานของทักษะการคิดเชิงคำนวณ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



9 กรอบแนวคิดงานวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบการทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Research) โดยใช้ แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2559) โดยมีการดำเนินการวิจัยโดยมีประเด็นหัวข้อนำเสนอ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในห้องเรียน แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 5 ห้อง จำนวน 190 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 โรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม) จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ แผนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 8 ชั่วโมง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

2.2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก

3. การสร้างและคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิว และปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 8 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน และหนังสือคู่มือครู

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ และศึกษาเอกสาร หนังสือ ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ผลการเรียนรู้ และขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เพื่อกำหนดแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

3.1.3 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก มัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งในแต่ละแผนมีรายละเอียดประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ที่นำปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มาประยุกต์ใช้ในขั้นฝึกทักษะและขั้นประยุกต์ใช้ สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล เอกสารอ้างอิง และแบบบันทึก หลังการจัดการเรียนรู้

3.1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะมีทั้งหมด 6

ขั้นตอน 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ 3) ขั้นสรุป 4) ขั้นฝึกทักษะ 5) ขั้นนำความรู้ไปใช้ และ 6) ขั้นประเมินผล



ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พื้นผิวและปริมาตรของปริซึมและการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลา

มาตรฐาน	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
ค2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัด และ ค าค ะเน ขนาด ของ สิ่ง ที่ ต้องการวัด และ นำไปใช้	ความหมายและชนิดของปริซึม	รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ฐานทั้งสองอยู่บนระนาบที่ขนานกันและด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เรียกว่า ปริซึม (prism)	1. นักเรียนสามารถระบุชนิดของปริซึมได้ 2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลอ้างอิงรูปปริซึมได้ 3. มีความตรงต่อเวลาและความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย	1
	รูปคี่และพื้นที่ผิวของปริซึม	พื้นที่ของพื้นที่ผิวทั้งหมดของวัตถุ จะเรียกว่า พื้นที่ผิว (surface area) ของวัตถุ สำหรับการหาพื้นที่ผิวของปริซึมมีหลักการง่ายๆ คือ การหาพื้นที่ด้านข้างทั้งหมดรวมกับพื้นที่พื้นที่ของฐานทั้งสอง โดยการคำนวณหาพื้นที่ผิวของปริซึมนั้น	1. นักเรียนสามารถสร้างรูปคี่ของปริซึมได้ 2. นักเรียนสามารถหาพื้นที่ผิวของปริซึมได้ 3. นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุผลของพื้นที่ผิวได้	1

มาตรฐาน	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
		อาจารย์ภาพรู้ปกติของปริซึม เพื่อให้ให้เห็นภาพของพื้นที่ผิวทั้งหมดที่ต้องการคำนวณหาพื้นที่ ปริซึมรูปสามเหลี่ยมมุมฉากนั้นเกิดมาจากการแบ่งครึ่งของปริซึมรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังนั้นสามารถประยุกต์ใช้เพื่อหาปริซึมฐานหลายเหลี่ยมได้ โดยการแบ่งฐานของปริซึมหลายเหลี่ยมนั้นออกเป็นรูปสามเหลี่ยมหลายรูป	4. มีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย ความสะอาดของงาน และมีความเป็นระเบียบวินัย	
	ที่มาของวิธีการหาปริมาตรของปริซึม		1.นักเรียนสามารถอธิบายที่มาของการหาปริมาตรปริซึมได้ 2.นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของปริมาตรของปริซึมได้ 3.มีความตรงต่อเวลาและความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย	1
	การหาปริมาตรของปริซึม	ปริมาตรของปริซึม = พื้นที่ฐาน $\times$ ความสูง	1.นักเรียนสามารถหาปริมาตรของปริซึมได้ถูกต้อง 2.นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของปริมาตรของปริซึมได้ 3. นักเรียนมีความตรงต่อเวลา	1

มาตรฐาน	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
	ความหมายและรูปศิลปะของทรงกระบอก	1. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสี่สองเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการ อยู่บนระนาบที่ขนานกัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐานแล้วจะได้หน้าตัดเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการเสมอ เรียกว่า ทรงกระบอก 2. ความกว้างและความยาวของรูปศิลปะของทรงกระบอกมีความสัมพันธ์กับความยาวของเส้นรอบวงของวงกลมที่เป็นฐาน	1. นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์ของรูปศิลปะของทรงกระบอกกับความยาวของเส้นรอบวงของวงกลมที่เป็นฐานได้ 2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลอ้างอิงถึงความสัมพันธ์ของรูปศิลปะของทรงกระบอกกับความยาวของเส้นรอบวงของวงกลมที่เป็นฐานได้ 3. มีความตรงต่อเวลาและความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย	1
	พื้นที่ผิวของทรงกระบอก	พื้นที่ผิวของทรงกระบอก หาได้จากพื้นที่หน้าตัดทั้งสอง + พื้นที่ผิวข้าง	1. นักเรียนสามารถหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอกได้ 2. นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของพื้นที่ผิวได้ 3. มีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย	1

มาตรฐาน	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
	ที่มาของวิธีการหาปริมาตรของทรงกระบอก	ทรงกระบอกมีลักษณะใกล้เคียงกับปริซึมที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่มีจำนวนด้านมากๆ ดังนั้น การหาปริมาตรของทรงกระบอกจึงสามารถหาได้ในตนเองเดียวกันกับการหาปริมาตรของปริซึม	1.นักเรียนสามารถอธิบายที่มาของการหาปริมาตรทรงกระบอกได้ 2.นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของปริมาตรของทรงกระบอกได้ 3.มีความตรงต่อเวลาและความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย	1
	การหาปริมาตรทรงกระบอก	$\text{ปริมาตรของทรงกระบอก} = \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{ความสูง}$	1.นักเรียนสามารถหาปริมาตรของทรงกระบอกได้ถูกต้อง 2.นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของปริมาตรของทรงกระบอกได้ 3. นักเรียนมีความตรงต่อเวลา	1

3.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ

ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และสาระสำคัญ

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

3.1.7 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เนื่องจากสาระการเรียนรู้หลักของแผนการเรียนรู้ยังไม่ครบถ้วน และโจทย์ที่ใช้ในการประเมินยังตอบจุดประสงค์ในการประเมินได้ไม่ชัดเจน

3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ

1) นายพนมพงศ์ สุวรรณสิงห์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต อาจารย์ประจำหมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม)

2) รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผล

3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีและการสื่อสาร) อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการคิดเชิงคำนวณ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

3.1.9 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ มีเกณฑ์คุณภาพของแผนการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ โดยพบว่า ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเฉลี่ยที่ 4.52-4.75 ซึ่งหมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีความเหมาะสมมากที่สุด

3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้ว นำไปปรับปรุงตาม ข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยมีการแก้ไขในเรื่องความเหมาะสมของแผน เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ที่ค่อนข้างยาก ควรปรับโจทย์และปัญหาให้เหมาะสม และเพิ่มบทบาทนักเรียนได้ใช้การสื่อสารการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น

3.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2/7 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน จาก โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาใน รายวิชา ระยะเวลาและรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อบกพร่องที่พบ ก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบ ความเหมาะสมอีกครั้ง โดยผู้วิจัยนำข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลองมาปรับปรุงเรื่องของเวลาที่ใช้ใน ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยปรับกิจกรรมแต่ละขั้นให้มีความเหมาะสมกับเวลา และมีการ กำกับเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆให้ชัดเจน รวมถึงปรับโจทย์และปัญหาให้เหมาะสมกับเวลาในการ ทำกิจกรรม เพื่อให้ได้แผนจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

3.2 แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยจะประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนทั้ง 5 องค์ประกอบ (การย่อปัญหา การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรมและ การออกแบบขั้นตอนวิธี) ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณจากเอกสาร และตำราที่ เกี่ยวข้องกับเทคนิคการสร้างข้อสอบ โดยปรับปรุงดัดแปลงมาใช้วัดทักษะการคิดเชิงคำนวณทาง คณิตศาสตร์

3.2.2 ศึกษาวิธีการออกข้อสอบและกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัดทักษะ การคิดเชิงคำนวณแต่ละองค์ประกอบโดยแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ตามแนวคิดของสถาบัน ส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) ได้แก่ การแยกส่วนประกอบ การย่อยปัญหา การคิดเชิงนามธรรม การหารูปแบบและ การออกแบบขั้นตอนวิธี ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนสถานการณ์ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและสาระการเรียนรู้

เนื้อหา	สาระการเรียนรู้	จำนวนข้อ (สถานการณ์)	
		สร้าง	ใช้จริง
พื้นที่ผิวและปริมาตรปริซึม	1. ความหมายและชนิดของปริซึม 2. รูปคลี่และพื้นที่ผิวของปริซึม 3. การหาปริมาตรของปริซึม	3	1
พื้นที่ผิวและปริมาตรทรงกระบอก	1. ความหมายและรูปคลี่ของทรงกระบอก 2. พื้นที่ผิวของทรงกระบอก 3. การหาปริมาตรของทรงกระบอก	4	2
รวม		7	3

3.2.3 ดำเนินการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก จำนวน 3 สถานการณ์ ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ประกอบไปด้วย 5 ข้อคำถามย่อย ข้อคำถามย่อยละ 3 คะแนน รวมเป็น 15 คะแนน/ข้อ โดยในองค์ประกอบที่ 1 การแยกย่อยปัญหา ผู้วิจัยได้สร้างข้อคำถาม 2 ข้อ เพื่อให้นักเรียนมีการแยกย่อยปัญหาที่ชัดเจน ซึ่งในการแยกส่วนประกอบ จะเป็นการให้นักเรียนหาสิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้ และ การแยกย่อยปัญหา จะเป็นการให้นักเรียนหาปัญหาของสถานการณ์นั้น ส่วนองค์ประกอบอื่นๆ สร้างข้อคำถามองค์ประกอบละ 1 ข้อ เพื่อใช้วัดองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ รวมทั้งสิ้น 45 คะแนน

3.2.4 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามตามแนวคิดของ Rodriguez (2015) คือ เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีด โดยกำหนดให้มีคะแนนตั้งแต่ 0-3 คะแนน ตามเกณฑ์รูปรีดรายข้อคำถามและหากไม่เขียนคำตอบได้ 0 คะแนน ดังตาราง

ตารางที่ 11 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีด

องค์ประกอบ	เกณฑ์คะแนน		
	3	2	1
การแยกส่วนประกอบ	ระบุสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์กำหนดมาให้ได้ครบถ้วนทั้งหมด	ระบุสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์กำหนดมาให้ได้ไม่ครบถ้วนทั้งหมด	ระบุสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์กำหนดมาให้ไม่ได้เลย
การย่อปัญหา	ระบุสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์ที่ต้องการหาได้ทั้งหมด	ระบุสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์ที่ต้องการหาได้ไม่ครบถ้วนทั้งหมด	ระบุปัญหาของโจทย์หรือสถานการณ์ได้แต่ไม่ครบถ้วนทั้งหมด
การคิดเชิงนามธรรม	ร่างแผนที่ได้โดยระบุสถานการณ์ที่ได้สอดคล้องกับความเป็นจริง มีการระบุข้อมูลต่างๆ และเลือกใช้ข้อมูลได้ถูกต้องตรงตามเงื่อนไข	ร่างแผนที่ได้โดยระบุสถานการณ์ที่ได้สอดคล้องกับความเป็นจริง มีการระบุข้อมูลต่างๆ แต่เลือกใช้ข้อมูลได้ไม่ถูกต้องตรงตามเงื่อนไข	ร่างแผนที่ได้โดยระบุสถานการณ์ที่ได้ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง มีการระบุข้อมูลต่างๆ แต่เลือกใช้ข้อมูลได้ไม่ถูกต้องตรงตามเงื่อนไข
การหารูปแบบ	ระบุวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 2 วิธีขึ้นไปและมีความสอดคล้องความเป็นไปได้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา	ระบุวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 1 วิธีขึ้นไปและมีความสอดคล้องความเป็นไปได้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา	ระบุวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 1 วิธีขึ้นไปแต่ไม่มีความสอดคล้องความเป็นไปได้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา
การออกแบบขั้นตอนวิธี	เขียนลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา ตามลำดับถูกต้อง ต่อเนื่องชัดเจน และขั้นตอนครบถ้วน สมบูรณ์ นำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง	เขียนลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา ตามลำดับถูกต้อง ต่อเนื่องชัดเจน แต่ขั้นตอนไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ นำไปสู่การแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง	เขียนลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา ได้บางส่วน และขั้นตอนไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ นำไปสู่การแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง

3.2.5 นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ความชัดเจน ความครอบคลุมของเนื้อหาและความถูกต้อง จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์โดยนำแบบวัดมาแก้ไขในส่วนที่เป็นสถานการณ์หรือข้อคำถามให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ลดความซับซ้อนของสถานการณ์ ปรับสถานการณ์การให้มีความครอบคลุมเนื้อหามากขึ้น และ สร้างสถานการณ์ให้มีความหลากหลาย

3.2.6 นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ปรับปรุงแล้ว พร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมที่พิจารณาแผนการเรียนการสอน

เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้องของแบบทดสอบ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังต่อไปนี้

- +1 คือ เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด
- 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่
- 1 คือ ไม่เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด

3.2.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของคำถามของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ แบบทดสอบมีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 สามารถนำไปใช้ได้

3.2.8 นำเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณที่สร้างขึ้นแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้ ปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณในแต่ละข้อให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง

3.2.9 นำเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ปรับปรุงแล้วพร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ชุดเดียวกับที่ประเมินแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ จะประเมินเพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพ ด้านความถูกต้อง ความเหมาะสมเกณฑ์การให้คะแนน

เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ของเกณฑ์การให้คะแนน โดยกำหนดค่าระดับความเหมาะสมแต่ละระดับคะแนนและความหมายดังนี้ (ชิตชนก เริงขาว, 2550)

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การประเมินความเหมาะสมของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ กำหนดค่าเฉลี่ยออกเป็น 5 ระดับดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 – 5.00 คือ มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 – 4.50 คือ มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 – 3.50 คือ มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 – 2.50 คือ มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.50 คือ มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งจะเลือกใช้แบบวัดทักษะที่มีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับ เหมาะสมมาก ถึง เหมาะสมมากที่สุด ผลวิเคราะห์เพื่อหาความเหมาะสมพบว่า เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีความเหมาะสมอยู่ที่ 4.47 หมายความว่าเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณมีความเหมาะสมมาก สามารถนำไปใช้ได้

3.2.10 นำแบบวัดทักษะและเกณฑ์การประเมินทักษะในคิดเชิงคำนวณ ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยให้ปรับข้อคำถามให้เหมาะสม มีความชัดเจนสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้าง มีความยากเกินไปควรคำนึงถึงความรู้ความสามารถของนักเรียน พร้อมทั้งปรับปรุง แก้ไขแบบวัดและ เฉลยแบบวัดให้ครอบคลุมกับสถานการณ์ปัญหาให้มากยิ่งขึ้น

3.2.11 นำแบบวัดทักษะที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว พิมพ์เป็นแบบวัดทักษะในคิดเชิงคำนวณ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 39 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความง่ายและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

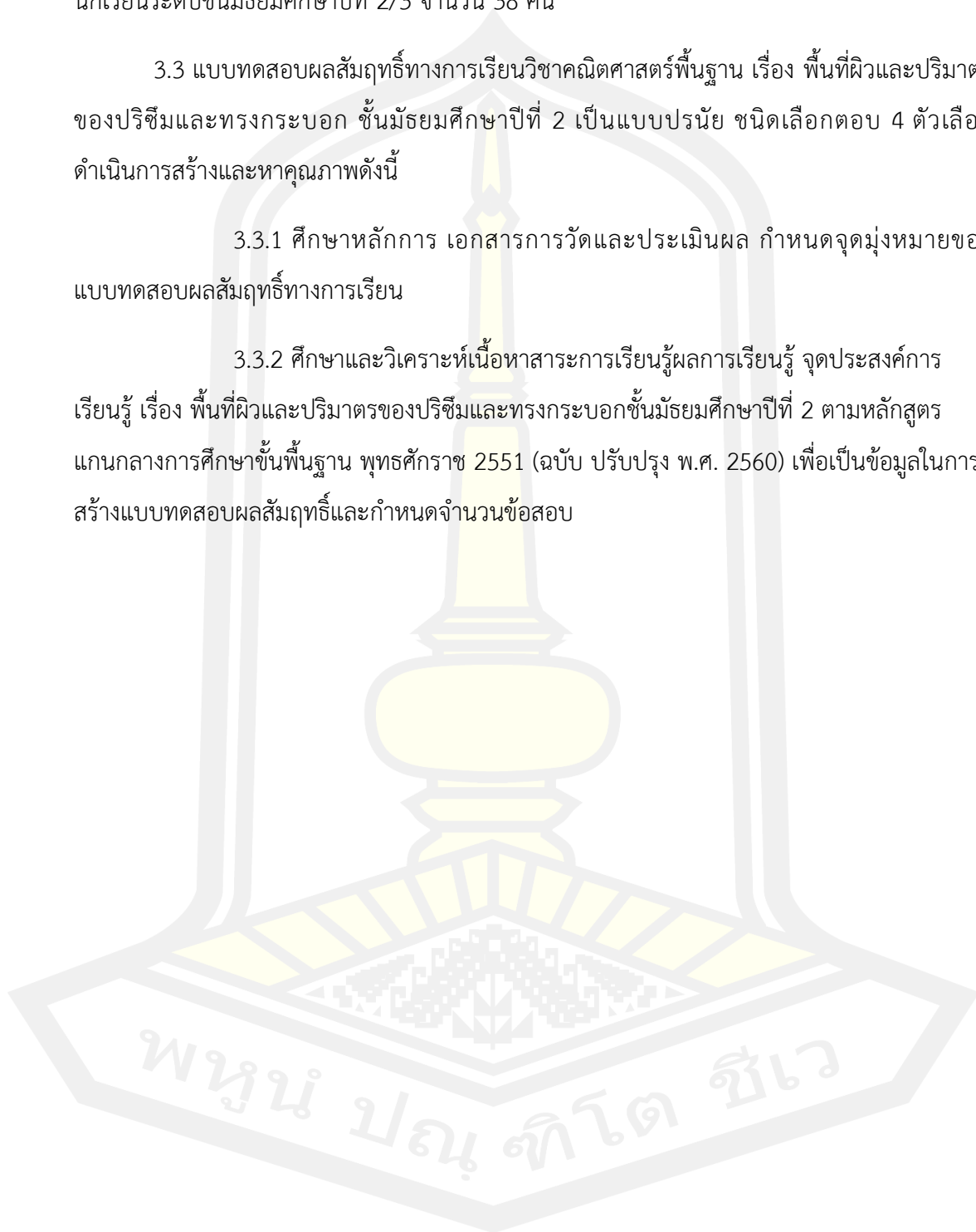
3.2.12 นำผลการวัดทักษะหาค่าความยากและอำนาจจำแนกโดยสูตรของวิทนีย์และซา เบอร์ส (Whitney & Sabers) โดยมีเกณฑ์ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป คัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์แล้วนำไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยพบว่า แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีค่าความง่ายอยู่ที่ 0.55 -0.67 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ที่ 0.55-0.76 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.93

3.2.13 นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 จำนวน 38 คน

3.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของปริซึมและทรงกระบอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.3.1 ศึกษาหลักการ เอกสารการวัดและประเมินผล กำหนดจุดมุ่งหมายของ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ ปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์และกำหนดจำนวนข้อสอบ



3.3.3 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็น ข้อสอบแบบปรนัย ชนิดตัวเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ เลือกใช้จริง 20 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน โดยสร้างให้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

3.3.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ได้นำปรับแก้ไขในส่วนของด้านความชัดเจนของการเขียนข้อคำถามและตัวเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกันกับที่ประเมินแผนจัดการเรียนรู้ เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังต่อไปนี้

- +1 คือ เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด
- 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่
- 1 คือ ไม่เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด

3.3.6 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของคำถามของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ ผลการวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องพบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์มี ดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 สามารถนำแบบวัดไปใช้ได้

3.3.7 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยมีการปรับแก้ไขในด้านภาษาที่ใช้ในข้อสอบและตัวเลือกให้มีความกระชับและเข้าใจง่าย ปรับข้อคำถามให้มีความเหมาะสม พร้อมทั้งปรับตัวเลือกคำตอบให้เหมาะสม เรียงจากน้อยไปมาก และเรียงจากสั้นไปยาว

3.3.8 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว พิมพ์เป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ แล้วนำไปทดลอง (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 39 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.3.9 นำผลการทดสอบมาหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B-index) เป็นรายชื่อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยพบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความยากง่ายอยู่ที่ 0.47-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ที่ 0.56-0.97

3.3.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2559) โดยพบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86

3.3.11 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์มาปรับปรุงแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาร่วมกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ที่มีทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบแผนการทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2559) รายละเอียดดังตาราง

ตารางที่ 13 แบบแผนการทดลองเบื้องต้น One Group Posttest Only Design

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	-	X	O

จากแบบแผนการวิจัย สัญลักษณ์ที่ใช้

E หมายถึง กลุ่มทดลอง

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ที่มีผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก

○ หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

4.2 วิธีการดำเนินการ

4.2.1. เตรียมความพร้อมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2.2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ จำนวน 8 ชั่วโมง โดยปฏิบัติ กิจกรรมต่างๆ ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.2.3. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.2.4. รวบรวมผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

4.2.5. วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปัญหา ข้อเสนอแนะต่าง ๆ และสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำเครื่องมือวิจัยที่ได้ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้ว ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพ 70/70 โดยใช้สูตรวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพตามแนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) จากงานที่ได้รับมอบหมายระหว่างเรียน ได้แก่ ใบงานในชั้นเรียนและแบบทดสอบย่อยหลังเรียนแต่ละแผนการเรียนรู้ แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้สถิติทดสอบ One Sample t-test เทียบกับคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)

3. เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้สถิติทดสอบ One Sample t-test เทียบกับ คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

6.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

1) หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบโดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

6.1.2 แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

1) หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validly) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีหาดัชนีความ สอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) การวิเคราะห์หาค่าความยากของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

(ไพศาล วรคำ, 2559)

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

เมื่อ	p	แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ
	S_H	แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ
	$X_{\max}$	แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	$X_{\min}$	แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3) การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

(ไพศาล วรคำ, 2559)

$$D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	S_H	แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ
	$X_{\max}$	แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	$X_{\min}$	แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

4) การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยวิธี

ของครอน บาค (Cronbach) ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ α แทน ความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

k แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

6.1.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1) หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีหาดัชนีความ สอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2559) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

x แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

3) การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยใช้วิธีของเบรนนัน (Brennan) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	L	แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	n_1	แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	n_2	แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

6.2 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1/E_2)

1) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562) มีดังนี้

$$E_1 = \frac{\Sigma\left(\frac{X}{A}\right)}{N} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
	X	แทน คะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย
นักเรียนแต่ละคน		
	N	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	A	แทน คะแนนเต็มที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบ

ย่อย

2) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562)

$$E_2 = \frac{\Sigma\left(\frac{Y}{B}\right)}{N} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
	Y	แทน คะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

6.3 สถิติพื้นฐาน

6.3.1 ร้อยละ (Percentage) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจาก

สูตรต่อไปนี้

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

6.3.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตร

ต่อไปนี้

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

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

6.3.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดย คำนวณจากสูตรต่อไปนี้

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

เมื่อ $S. D$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน คะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

Σ แทน ผลรวม

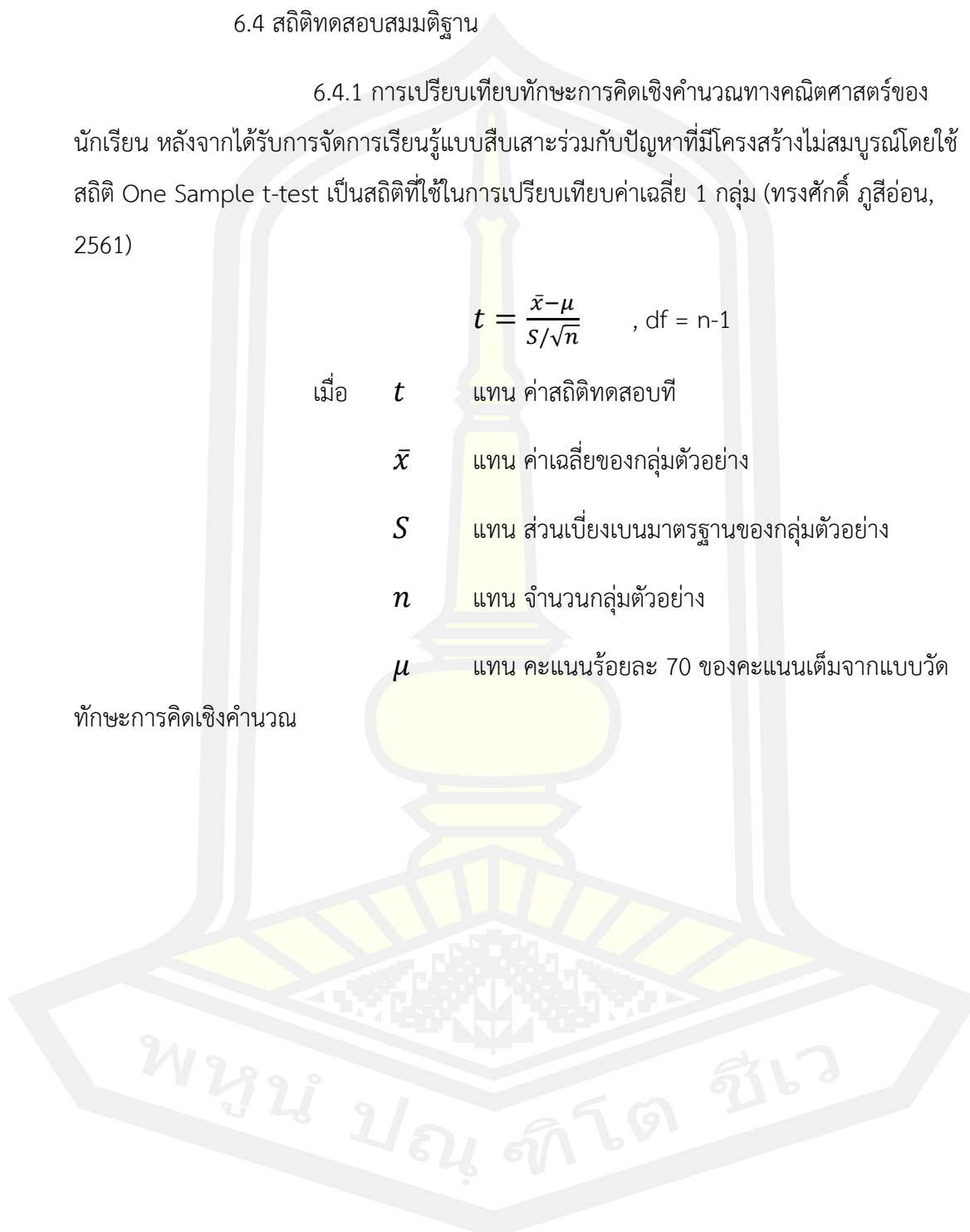
6.4 สถิติทดสอบสมมติฐาน

6.4.1 การเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์โดยใช้สถิติ One Sample t-test เป็นสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 1 กลุ่ม (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{S/\sqrt{n}}, \text{ df} = n-1$$

เมื่อ	t	แทน ค่าสถิติทดสอบที่
	$\bar{x}$	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	S	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	μ	แทน คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบวัด

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดย มีความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- | | |
|-----------|---|
| N | แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง |
| $\bar{X}$ | แทน คะแนนเฉลี่ย |
| S.D. | แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| t | แทน สถิติทดสอบที่ใช้ในการพิจารณา t-test |
| E_1 | แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ |

E_2	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
df	แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
*	แทน ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
μ_0	แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์

2. ลำดับขั้นที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม และทรงกระบอก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เทียบกับเกณฑ์การคิดเชิงคำนวณให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม และทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ผู้วิจัยได้หาค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนวณค่า E_1 ได้จากคะแนน ใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนสัปดาห์ละคะแนน 60:40 ตามลำดับ จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ และคำนวณค่า E_2 ได้จากคะแนนของการทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจนครบทุกแผน ในสัดส่วนคะแนน 50:50 ตามลำดับ ปรากฏดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E₁) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40				คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบกิจกรรม (120)	ทดสอบย่อย (24)	ใบกิจกรรม (60)	ทดสอบย่อย (40)	คะแนน รวม		ผลสัมฤทธิ์ ทางการ เรียน (20)	ทักษะการ คิดเชิง คำนวณ (45)	ผลสัมฤทธิ์ ทางการ เรียน (50)	ทักษะการคิด เชิงคำนวณ (50)	รวม
1	91	19	45.71	31.67	81.90		16	36	40	40.00	80.00
2	80	18	40.00	30.00	74.29		14	34	35	37.78	72.78
3	86	17	42.86	28.33	75.24		14	35	35	38.89	73.89
4	97	20	48.57	33.33	86.67		17	35	42.5	38.89	81.39
5	80	19	40.00	31.67	76.19		15	32	37.5	35.56	73.06
6	74	18	37.14	30.00	71.43		13	31	32.5	34.44	66.94
7	91	19	45.71	31.67	81.90		16	34	40	37.78	77.78
8	86	19	42.86	31.67	79.05		16	35	40	38.89	78.89
9	80	20	40.00	33.33	78.10		16	34	40	37.78	77.78

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40				คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบ กิจกรรม (120)	ทดสอบย่อย (24)	ใบกิจกรรม (60)	ทดสอบย่อย (40)	คะแนน รวม	ผลสัมฤทธิ์ ทางการ เรียน (20)	ทักษะการ คิดเชิง คำนวณ (45)	ผลสัมฤทธิ์ ทางการ เรียน (50)	ทักษะการคิด เชิงคำนวณ (50)	รวม	
10	91	20	45.71	33.33	83.81	15	36	37.5	40.00	77.50	
11	97	20	48.57	33.33	86.67	16	34	40	37.78	77.78	
12	86	18	42.86	30.00	77.14	14	30	35	33.33	68.33	
13	74	18	37.14	30.00	71.43	15	31	37.5	34.44	71.94	
14	86	19	42.86	31.67	79.05	17	33	42.5	36.67	79.17	
15	80	18	40.00	30.00	74.29	14	32	35	35.56	70.56	
16	91	19	45.71	31.67	81.90	17	33	42.5	36.67	79.17	
17	91	18	45.71	30.00	80.00	16	34	40	37.78	77.78	
18	86	20	42.86	33.33	80.95	17	35	42.5	38.89	81.39	
19	97	20	48.57	33.33	86.67	18	37	45	41.11	86.11	
20	86	17	42.86	28.33	75.24	14	31	35	34.44	69.44	
21	86	18	42.86	30.00	77.14	15	30	37.5	33.33	70.83	

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40				คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบกิจกรรม (120)	ทดสอบย่อย (24)	ใบกิจกรรม (60)	ทดสอบย่อย (40)	คะแนนรวม	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (45)	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (50)	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (50)	รวม	
22	86	19	42.86	31.67	79.05	16	32	40	35.56	75.56	
23	80	18	40.00	30.00	74.29	15	35	37.5	38.89	76.39	
24	91	20	45.71	33.33	83.81	17	34	42.5	37.78	80.28	
25	80	18	40.00	30.00	74.29	14	32	35	35.56	70.56	
26	86	19	42.86	31.67	79.05	16	35	40	38.89	78.89	
27	69	19	34.29	31.67	70.48	15	33	37.5	36.67	74.17	
28	91	18	45.71	30.00	80.00	16	34	40	37.78	77.78	
29	91	20	45.71	33.33	83.81	15	36	37.5	40.00	77.50	
30	80	19	40.00	31.67	76.19	14	32	35	35.56	70.56	
31	74	19	37.14	31.67	73.33	14	34	35	37.78	72.78	
32	69	18	34.29	30.00	68.57	15	30	37.5	33.33	70.83	
33	91	18	45.71	30.00	80.00	16	35	40	38.89	78.89	

จากตารางที่ 14 พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 73.52 และมีประสิทธิภาพ ด้านผลลัพธ์(E_2) เท่ากับ 75.21 ดังนั้น กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.52/75.21 ซึ่งมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการและประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

3.2 ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์การคิดเชิงคำนวณให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

โดยผู้วิจัยได้หาคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยวัดจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณแบบอัตนัย จำนวน 3 สถานการณ์ โดยแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การแยกส่วนประกอบและการย่อปัญหา 2) การคิดเชิงนามธรรม 3) การหารูปแบบ 4) การออกแบบขั้นตอนวิธีรวมทุกด้าน จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test ปรากฏดังตาราง

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ที่ได้รับการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$ (38คน)	S.D.	μ_0 (70%)	t	df	P
การแยกส่วนประกอบ	9	7.11	0.95	6.30			
การย่อปัญหา	9	7.00	0.81	6.30			
การคิดเชิงนามธรรม	9	6.58	1.06	6.30			
การหารูปแบบ	9	6.24	0.88	6.30			
การออกแบบขั้นตอนวิธี	9	6.37	1.63	6.30			

ผลรวมทั้ง 4 ด้าน	45	33.30	1.89	31.50	5.844*	37	.000
------------------	----	-------	------	-------	--------	----	------

*p < .05

จากตารางที่ 15 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกทุกด้านรวมกัน เท่ากับ 33.30 และเมื่อทดสอบโดยใช้สถิติ One sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก แบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนปรากฏดังตาราง 16

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คะแนนผลสัมฤทธิ์	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	μ_0 (70%)	t	df	P
	20	15.29	1.16	14	6.856*	37	.000

*p < .05

จากตารางที่ 16 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.29 คะแนน และเมื่อทดสอบ One sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก สามารถสรุปผลได้ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการ คิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 73.52 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 75.21 ดังนั้น กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.52/75.21 ซึ่งมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการและประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.52/75.21 หมายความว่า คะแนนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยจำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 73.52 และคะแนนการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ หลังจากเรียนจนครบทุกแผนแล้ว มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.21 จะเห็นได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยจะเริ่มจากครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียนเรียนและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่เคยศึกษามา จากนั้นครูแบ่งกลุ่ม

ให้นักเรียนเพื่อจะให้นักเรียนได้มีการปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และครูนำเสนอปัญหาให้แต่ละกลุ่มนักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนสามารถแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้องในการแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและคอยอำนวยความสะดวกแก่นักเรียน จากนั้นนำองค์ความรู้ที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหานั้น เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วครูใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหานักเรียนในแต่ละกลุ่มได้ข้อสรุป หลังจากที่ผู้เรียนได้แก้ปัญหาในรูปแบบกิจกรรมกลุ่มครูนำปัญหาใหม่ที่มีความแตกต่างกับปัญหาในกิจกรรมกลุ่มมาเสนอให้ผู้เรียนแต่ละคน โดยให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาของสถานการณ์ด้วยตัวเองโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้ทำจากกิจกรรมกลุ่มโดยเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหารวบรวมวิธีการแก้ปัญหา เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีและเหมาะสมที่สุดและนำวิธีการแก้ปัญหามาเขียนลำดับขั้นตอน แล้วนำไปใช้ในการแก้ปัญหของสถานการณ์ เมื่อผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาก็เกิดความชำนาญ ครูได้นำเสนอปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้นและมีโครงสร้างที่ไม่สมบูรณ์หรือเกี่ยวกับชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนได้แก้ปัญหา (Chi and Glaser , 1985) โดยให้นักเรียนกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา ขั้นค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ และขั้นติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ครูได้ให้นักเรียนรวบรวมความคิดวิธีการแก้ปัญหาดังๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนา ความสามารถและทักษะในการคิดที่แตกต่างออกไปเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการคิดของมนุษย์ ที่เป็นส่วนสำคัญของการคิดในชีวิตจริง (Shekoyan & Etkina , 2007) ซึ่งสอดคล้องกับภพ เลหาไพบุลย์ (2542) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองทำให้นักเรียนรู้วิธีการจัดการกับระบบความคิดและวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรนิพภู พันธ์หนองว่า (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ ปชัญญะ ถานันตะ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหทาง

คณิตศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่านักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วาสนา ภูมิ (2555) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกลักษณะของปัญหาที่หลากหลายแต่หนึ่งในนั้นเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเป็นเพราะกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ลึก หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการกฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง องค์ประกอบที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ ,2545) หรืออีกปัจจัยหนึ่งมาจากกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น การแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้มากกว่าที่เคยเป็นมา และช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่เรียนมาในห้องเรียนเข้ากับสถานการณ์ในโลกของความเป็นจริง (Kapur and Kinzer ,2006) และส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ที่ต้องการแก้ปัญหาซึ่งไม่มีคำตอบของปัญหาที่แน่นอน สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้จะมีการให้ปัญหากับนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนนั้นได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา ซึ่งการแยกส่วนประกอบของปัญหา ตัดส่วนที่ไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาค้นหา และทำการหาหรือประยุกต์วิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหามาของสถานการณ์ปัญหาได้ ทำการเลือกหาวิธีที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาและนำมาเขียนลำดับวิธีการแก้ปัญหาให้ถูกต้องชัดเจน พร้อมทั้งนำลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไปใช้แก้ปัญหาย่างถูกต้อง ซึ่งการคิดเชิงคำนวณเป็นวิธีการคิดที่เกี่ยวกับการกำหนดปัญหา โดยสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหามาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน (Aho, 2012) ประกอบกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างมาสมบูรณ์ และเมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบ พบว่า

องค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ การแยกส่วนประกอบ คะแนนเฉลี่ย 7.11 อาจจะเป็นเพราะ ในขั้นตอนการอ่านข้อความปัญหาของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นั้นให้นักเรียนได้สร้างความเข้าใจ สังเกตและจับประเด็นสำคัญของปัญหาได้ ว่าโจทย์นั้นกำหนดเงื่อนไขอะไรมาให้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการแยกส่วนประกอบของปัญหาต่างๆ ส่วนองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ การหารูปแบบ คะแนนเฉลี่ย 6.24 อาจเป็นเพราะ ขั้นตอนที่จะส่งเสริมการหารูปแบบในการแก้ปัญหานั้น เป็นขั้นตอนย่อยของขั้นตอนในการสร้างตัวแทนปัญหา ความสำคัญและเวลาที่ใช้ในขั้นตอนนี้จึงอาจจะน้อยจนเกินไปทำให้คะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบนี้น้อยที่สุด และเนื่องจากการที่นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Leonard et al. (2016) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้แก้ปัญหาผ่านการออกแบบและสร้างชิ้นงานสามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ งานวิจัยของวิรุฬห์ สัทธิตะกรณ และสุรีย์พร สว่างเมฆ (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมส์และการเขียน Formula Coding เรื่องประชากรในสถานการณ์โรคระบาด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีระดับการคิดเชิงคำนวณหลังการจัดการเรียนรู้เป็นระดับดีมาก สอดคล้องกับผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ระหว่างเรียนที่เพิ่มขึ้นเป็นระดับดีมากเช่นกัน ซึ่งถ้าพิจารณาจากองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งจาก Yadav, Gatter, Good, and Mclean (2017) นำเสนอการคิดเชิงคำนวณไว้ว่าเป็นการแก้ปัญหา โดยประยุกต์ใช้หลักการเชิงคำนวณ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขอใช้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามาสนับสนุนผลการวิจัย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วาสนา ภูมิ (2555) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกลักษณะของปัญหาที่หลากหลายแต่หนึ่งในนั้นเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และจากตารางการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนด้านการหารูปแบบมีคะแนนน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากจากการคิดเชิงคำนวณด้านการหารูปแบบมีความซับซ้อนมาก นักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้นเป็นอย่างดี ประกอบกับต้องมีความสามารถในการหา

ความสัมพันธ์ของปัญหา แนวทางการแก้ไขปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาเพื่อเชื่อมโยงไปยังการหารูปแบบ ด้านที่มีคะแนนสูงที่สุดคือด้านการแยกส่วนประกอบ เนื่องจากการแยกส่วนประกอบองค์ประกอบที่ไม่ซับซ้อน นักเรียนสามารถวิเคราะห์จากปัญหาได้เลย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโชติกา สงคราม (2562) พบว่าคะแนนที่ได้จากการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณรวมทุกด้านเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านตามองค์ประกอบพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหาสูงที่สุด รองลงมาคือ ด้านการคิดเชิงนามธรรม การออกแบบขั้นตอนวิธี และด้านการหารูปแบบตามลำดับ

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 เนื่องจากรูปแบบกิจกรรมนั้นเป็นการเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง จากการทำใบงาน การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อน กับครูเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ทั้งจากสื่อ และจากการฝึกปฏิบัติในการค้นหาคำตอบอย่างสร้างสรรค์ โดยมีการตั้งจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับแนวคิดของสุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545) ที่ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้สึก หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการกฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ในกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนได้มีการทำกิจกรรมทั้งในรูปแบบใบงานกิจกรรมกลุ่ม ทั้งใบงานกิจกรรมเดี่ยว ซึ่งทำให้นักเรียนนั้นได้มีการแลกเปลี่ยนแนวความคิดต่างๆ แล้วได้มีการพูดคุย ได้แสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ในชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนทุกคนได้คิด ได้ลงมือทำทุกคน ทั้งนี้ อาจเกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นกระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการหาเหตุผล (สุพิน บุญชูวงศ์, 2538) รวมทั้งรูปแบบการจัดกิจกรรมจะเน้นให้ผู้เรียนได้มีการกระบวนการทางความคิดในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ผู้เรียนจะต้องรวบรวมและลงมือวางแผนการเพื่อสนองความต้องการของสถานการณ์ปัญหาที่เฉพาะแต่ละสถานการณ์ มากกว่าจะนึกถึงแผนการที่เคยใช้มา (Reitman, 1965) ที่จะทำให้นักเรียนได้รู้ว่าการที่หาและจะใช้ข้อมูลอะไรมาช่วยในการหาคำตอบ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน จึงเป็นการส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

สอดคล้องกับงานวิจัยของกัญจน์วิภา ไบกุลหาลาบและสุวรรณา จั๋ยทอง (2562) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการวิจัยในครั้งนี้มีการใช้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (Ill-Structured Problem) เป็นส่วนประกอบในปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลัง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 55 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของจุลจิรา ปิ่นม้น (2557) ที่ได้ศึกษาผลการสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ/การแก้ปัญหาของโพลยา/การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และเพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.56/80.56 ผลสัมฤทธิ์และทักษะการ แก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ข้อเสนอแนะ

4.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

4.1.1 เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีโครงสร้างที่ซับซ้อน ผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนให้เข้าใจ อธิบายขั้นตอนและองค์ประกอบต่างๆอย่างละเอียดเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น และเริ่มจากปัญหาง่ายๆเพื่อให้นักเรียนคุ้นเคย

4.1.2 ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมครูผู้สอนจะต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างทั่วถึง และ ให้คำปรึกษาแนะนำนักเรียนที่มีข้อสงสัย

4.1.3 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวก เป็นที่ปรึกษา แนะนำ และใช้คำถามให้นักเรียนได้คิดมากกว่าการบอกคำตอบ นักเรียนไปตรง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการปรับความคิด และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น

4.1.4 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอน ซึ่งทำให้จัดการเรียนการสอนนั้นใช้เวลาค่อนข้างเยอะ ครูผู้สอนควรวางแผนและจัดการกับเรื่องเวลาให้เหมาะสม

4.1.5 แบบฝึกหัด ควรรวบรัดคำถามให้กระชับ และไม่ควรมากเกินไป เพราะอาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสน ไม่เข้าใจ ทำให้มีการเบื่อหน่าย และอาจทำให้ใช้เวลาในการทำแบบฝึกหัดมากเกินไป

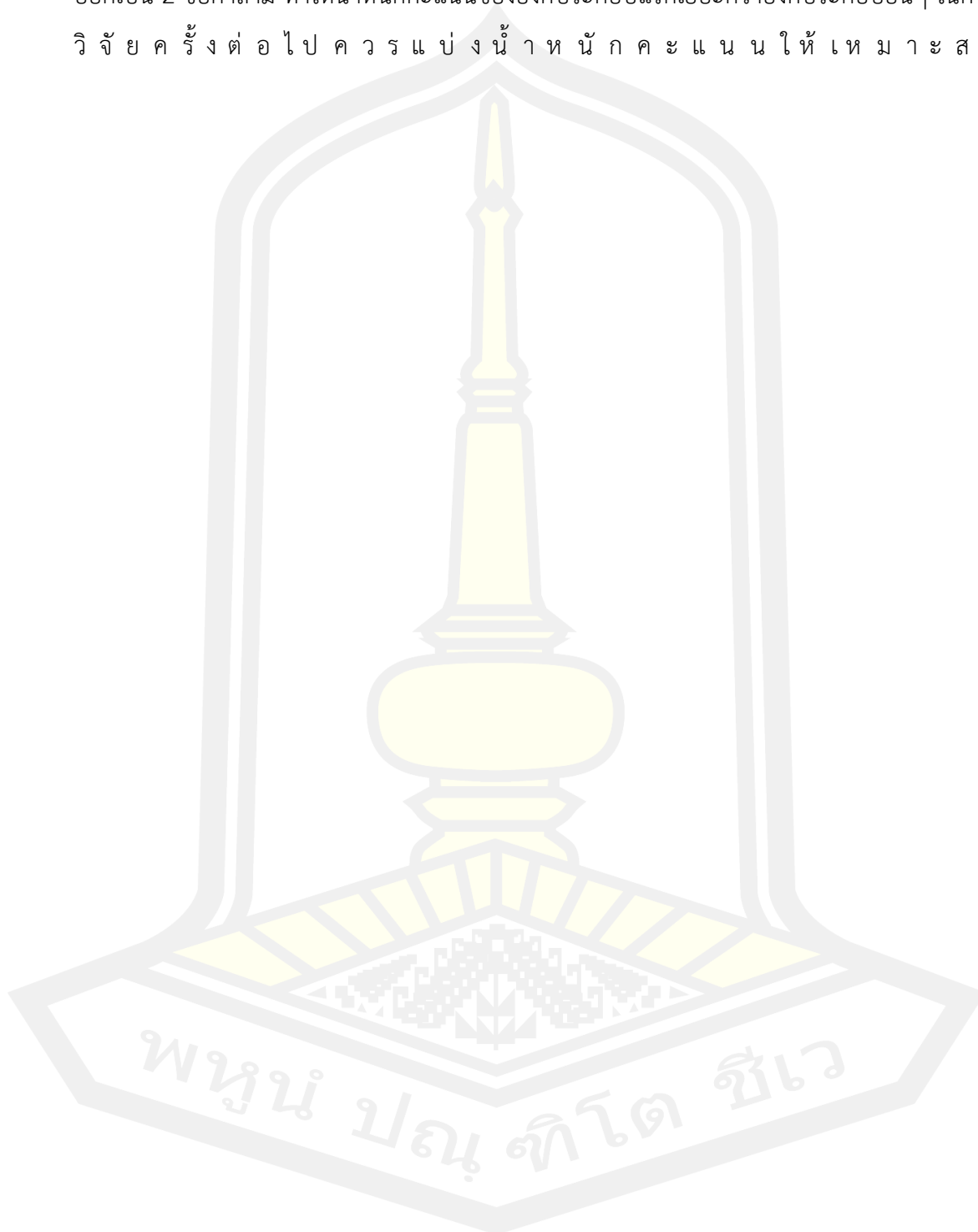
4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

4.2.1 ผู้วิจัยควรศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้อื่นๆ ที่ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ที่เน้นการบูรณาการความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ เช่น การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นต้น เนื่องด้วยทักษะการคิดเชิงคำนวณมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์เชิงลึก คิดอย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถเขียนแสดงผลได้ ดังนั้น กิจกรรมการเรียนรู้ควรเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

4.2.2 ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจใช้ระเบียบวิธีวิจัยประเภทวิจัยเชิงปฏิบัติการ ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายให้ดีขึ้น และใช้วิธีการที่จะสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลในเชิงลึกกว่านี้ เช่น แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ เพื่อศึกษาพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนเป็นระยะๆ

4.2.3 ผู้วิจัยควรศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้อื่นๆ ที่ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ในด้าน การหารูปแบบ เนื่องจากเป็นด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด เช่น การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานหรือการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา

4.1.4 เนื่องจากผู้วิจัยได้แบ่งวัดองค์ประกอบแรก การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา
ออกเป็น 2 ข้อคำถาม ทำให้น้ำหนักคะแนนขององค์ประกอบแรกเยอะกว่าองค์ประกอบอื่นๆ ในการ
วิจัย ครั้งต่อไป ควรแบ่งน้ำหนักคะแนนให้เหมาะสม



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2542). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทาง การศึกษา กรมวิชาการ.

กรมวิชาการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ:

กรมวิชาการ. กรมวิชาการ. (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือ การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การ รับส่งหนังสือและพัสดุ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้น พื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ ครูสภา ลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย

กัญจน์วิภา ไบกุหลาบและสุวรรณา จุ้ยทอง (2562). ผล การ จัด กิจกรรม การ เรียน รู้ โดย ใช้ ปัญหา เป็น ฐาน ที่ มี ต่อ ความ สามารถ ใน การ แก้ ปัญหา ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง สม การ ของ นักเรียน ชั้น ประถม ศึกษา ปี ที่ 6. Muban Chombueng Rajabhat University Research Journal (Humanities and Social Science),

จุล จิ รา ปิ่น มั่น. (2015). ผล การ สังเคราะห์ รูป แบบ กิจกรรม การ เรียน รู้ แบบ สืบเสาะ หาความ รู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปร เดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.

จรรยา อาจหาญ. (2549). หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประถมศึกษา. มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.

ทิตนา แคมมณี. (2550). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.

ฉันทกร ช่วยทุกข์เพื่อน. (2556). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ ระดับอุดมศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. (ปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต), สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2546). การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่ (พิมพ์ครั้งที่). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2555). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่). กทม: ประสานการพิมพ์.

ประกาศิต อานุภาพแสนยากร. (2556). การจัดการเรียนรู้. มหาสารคาม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ประสาธน์ เณียงเฉลิม. (2556). วิจัยการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). เอกสารประกอบการออกแบบแผนการจัดการ เรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). การวัดผลทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กทม: ประสานการพิมพ์.

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). เทคนิคการสอนและรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ วิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 3). กทม: ประสานการพิมพ์.

สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สุรสภาลาดพร้าว.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 21 *วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาระบบความคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Anderson, L. W, Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy*. New York. Longman Publishing. Artz, AF, & Armour-Thomas, E. (1992). *Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups*. *Cognition and Instruction*, 9(2), 137-175.

Byun, J. N, Kwon, D. Y, & Lee, W. G. (2014). *Development of Ill-Structured Problems for Elementary Learners to Learn by Computer-Based Modeling Tools*. *International Journal of Computer Theery and Engineering*, 6(4), 292.

Carin, Arthur A. & Sund, R. B. (1980). *Teaching Science Through Discovery*. Columbus, OH: Charles E. Merrill.

Chi, M. T. H., & Glaser, R. (1985). *Problem solving ability. Human abilities: An information-processing approach* (R. J. Sternberg Ed.). New York: W.H. Freeman.

Choi, I, & Lee, K. (2009). *Designing and implementing a case-based learning environment for enhancing ill-structured problem solving: Classroom management problems for prospective teachers*. *Educational Technology Research and Development*, 57(1), 99-129.

Land, S. M. (2003). *Scaffolding students' problem-solving process structured task using question prompts and peer interactions*. *Educational Technology Research and Development*, 51(1), 21-38.

Harper, K. A., Freuler, R. F., & Demel, J. T. (2007). *Introducing Ill-Structured Problems in Introductory Physics Recitations*. Paper presented at the AIP Conference Proceedings.

Hayes, J. R. (1981). *The complete problem solver*. Philadelphia: Franklin Institute Press.

Helgeson, S. L. (1992). *Problem Solving Research in Middle/Junior High School Science Education*.

Henningsen, M., & Stein, M. K. (1997). *Mathematical tasks and student cognition: Classroom-based factors that support and inhibit high-level mathematical thinking and reasoning*. Journal for research in mathematics education, 524-549.

Hong, N. S. (1998). *The relationship between well-structured and ill-structured problem solving in multimedia simulation*.

Jonassen, D. H. (1997). *Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes*. Educational Technology Research and Development, 45(1), 65-94.

Kapur, M., & Kinzer, C. (2006). *Synchronous collaborative problem solving. The effect of problem type on interactional activity, inequity, and group performance in a synchronous computer-supported collaborative environment*. Manuscript submitted for publication.

Meyer, D. K. (1993). *What is scaffolded instruction? Definitions, distinguishing features, and misnomers*. Paper presented at the National Reading Conference Yearbook, Chicago.

Murphy, E. (2004). *Identifying and measuring ill-structured problem formulation and resolution in online asynchronous discussions*. Canadian Journal

of Learning and Technology/La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie, 30(1), 5-20.

Shin, N., Jonassen, D. H., & McGee, S. (2003). *Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation*. Journal of research in science teaching, 40(1), 7-27.

Simon, H. A. (1973). *The structure of ill structured problems*. Artificial intelligence, 4(3-4), 181-201.

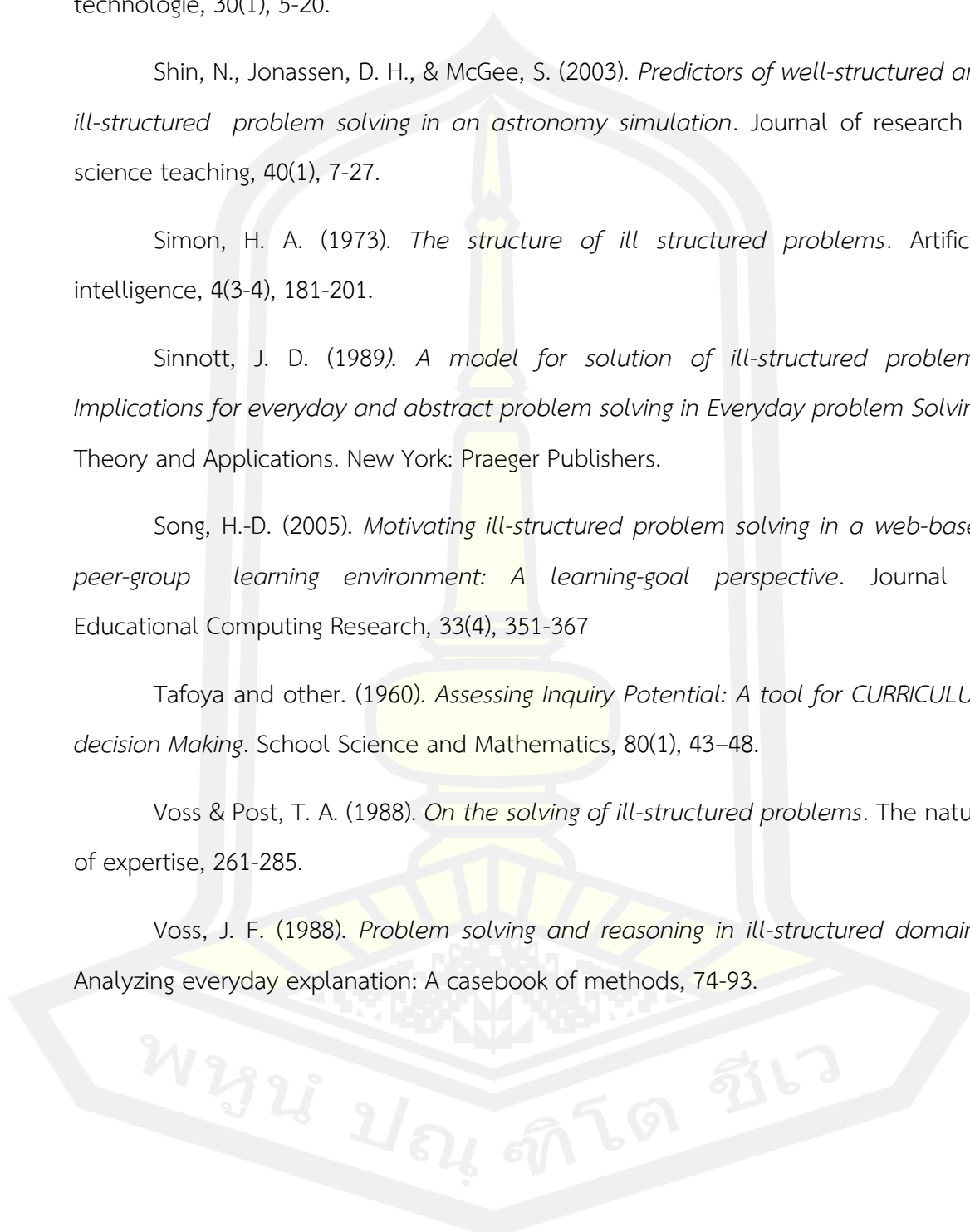
Sinnott, J. D. (1989). *A model for solution of ill-structured problems: Implications for everyday and abstract problem solving in Everyday problem Solving: Theory and Applications*. New York: Praeger Publishers.

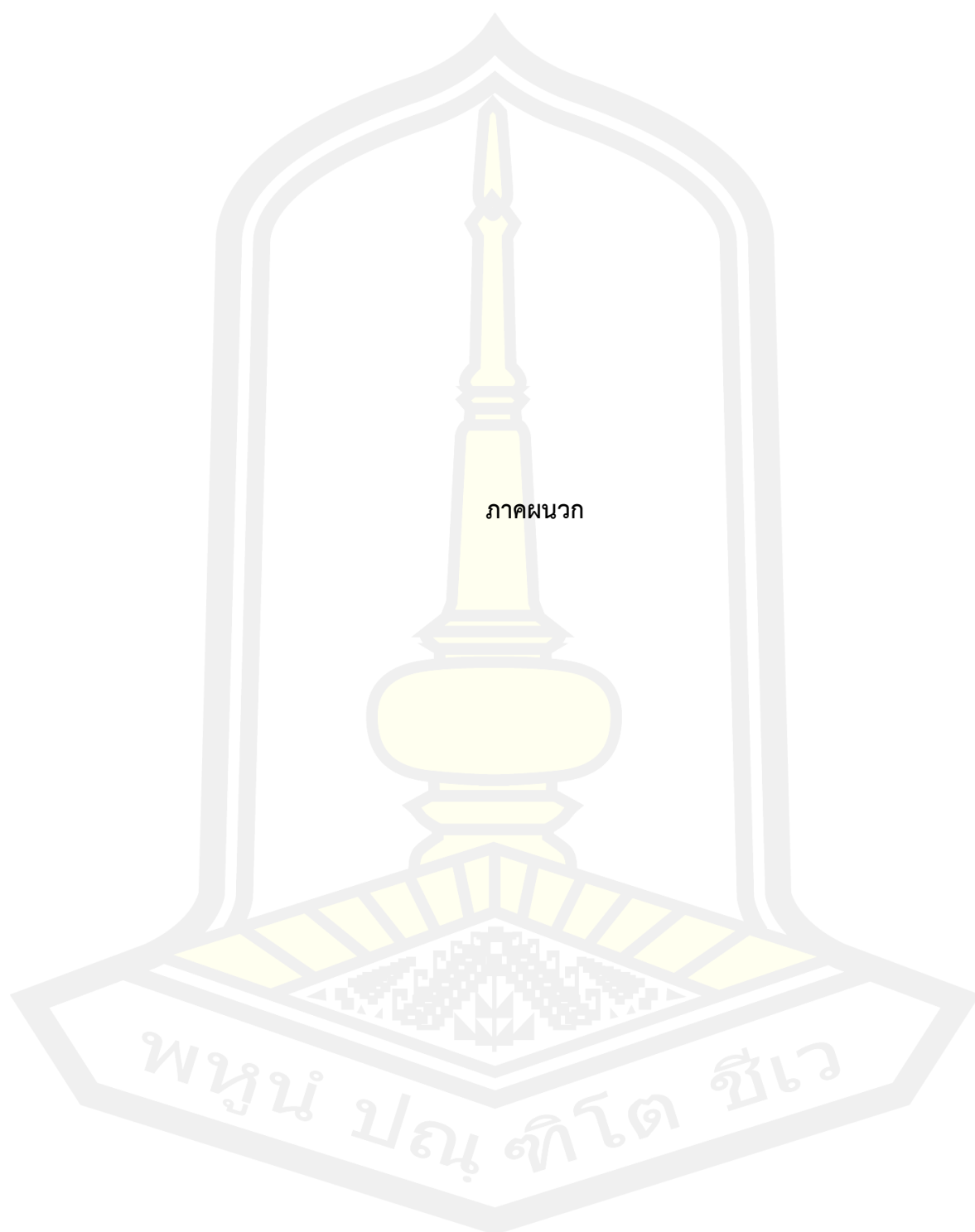
Song, H.-D. (2005). *Motivating ill-structured problem solving in a web-based peer-group learning environment: A learning-goal perspective*. Journal of Educational Computing Research, 33(4), 351-367

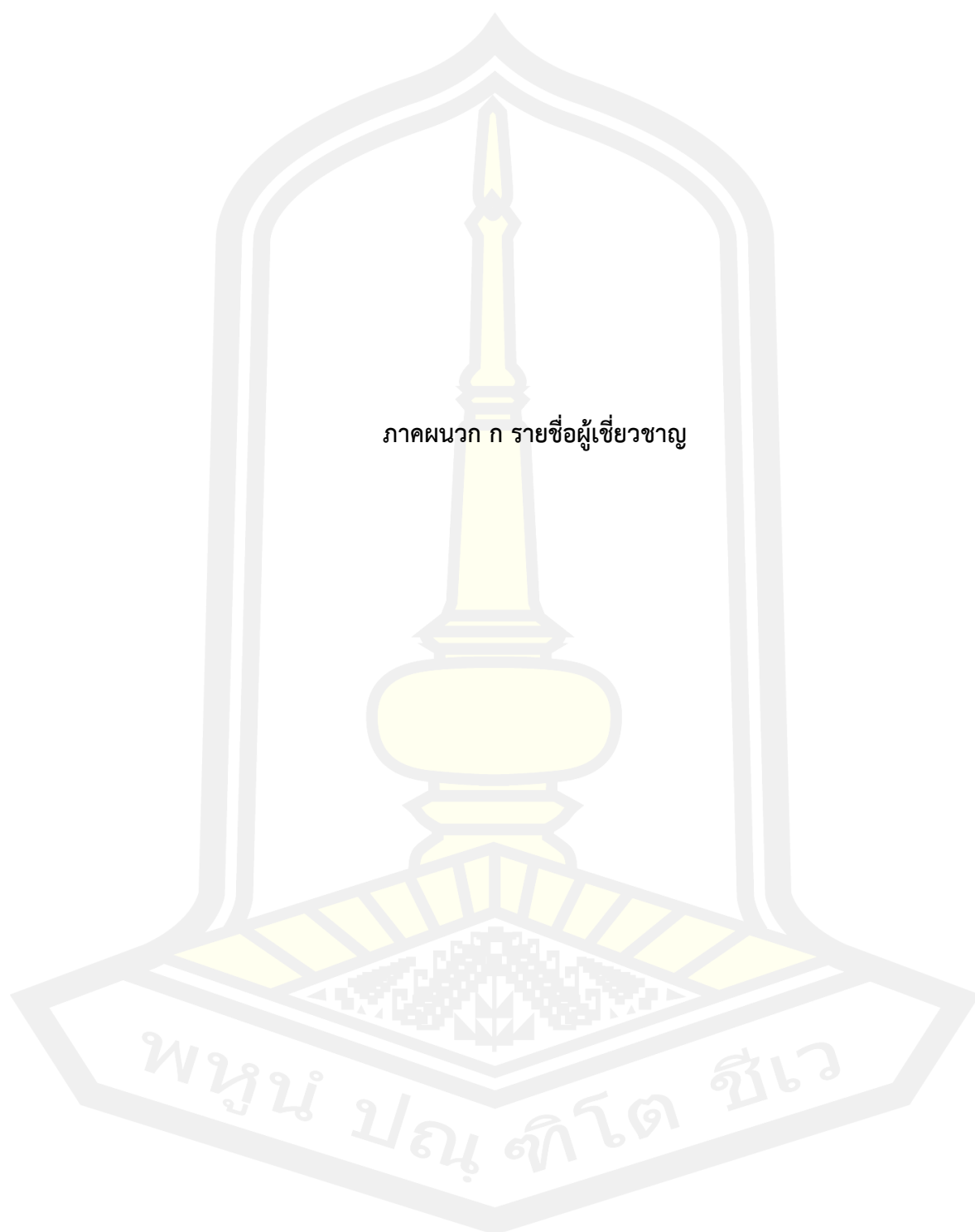
Tafoya and other. (1960). *Assessing Inquiry Potential: A tool for CURRICULUM decision Making*. School Science and Mathematics, 80(1), 43-48.

Voss & Post, T. A. (1988). *On the solving of ill-structured problems*. The nature of expertise, 261-285.

Voss, J. F. (1988). *Problem solving and reasoning in ill-structured domains*. Analyzing everyday explanation: A casebook of methods, 74-93.







รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- 1) นายพนมพงศ์ สุวรรณสิงห์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต อาจารย์ประจำหมวดคณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม)
- 2) รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิจัยและประเมินผล
การศึกษา) อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผล
- 3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีและการ
สื่อสาร) อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญ
ทางด้านการคิดเชิงคำนวณ

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้เรื่อง การหาปริมาตรของทรงกระบอก

เวลาเรียน 1 คาบ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 1

1. ผลการเรียนรู้

ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

2. สาระการเรียนรู้

การหาปริมาตรของทรงกระบอก

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

นักเรียนสามารถหาปริมาตรของทรงกระบอกได้ถูกต้อง

3.2 ด้านทักษะกระบวนการ

นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของปริมาตรของทรงกระบอกได้

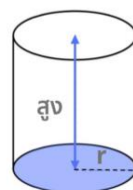
3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

มีความตรงต่อเวลาและความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย

4. สาระสำคัญ

ทรงกระบอก

ปริมาตรทรงกระบอก = พื้นที่ฐาน $\times$ ความสูง



พื้นที่ฐาน

พื้นที่ผิว = พื้นที่ผิวข้าง + พื้นที่ฐานทั้งสอง

พื้นที่ผิว = $2\pi rh + 2\pi r^2$

ปริมาตร = พื้นที่ฐาน $\times$ สูง

ปริมาตร = $\pi r^2 h$

5. กิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม

1. นักเรียนทำชวนคิด 3.5 เป็นการทบทวนและตรวจสอบเกี่ยวกับความเข้าใจเรื่อง ปริมาตรของทรงกระบอก

ชวนคิด 3.5

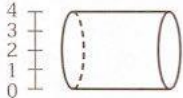
ถังบรรจุน้ำมันมีลักษณะเป็นทรงกระบอกและมีน้ำมันเหลืออยู่ $\frac{3}{4}$ ของถัง ดังรูป 1 ถ้าวางถังน้ำมันนี้ในแนวนอน ดังรูป 2

นักเรียนคิดว่า น้ำมันควรจะอยู่ที่ระดับใดต่อไปนี้ เพราะเหตุใด

- ก. ระดับ 2
- ข. ระหว่างระดับ 2 กับระดับ 3
- ค. ระดับ 3
- ง. ระหว่างระดับ 3 กับระดับ 4



รูป 1



รูป 2

2. นักเรียนร่วมกันเฉลยชวนคิด 3.5 โดยครูตั้งประเด็นคำถาม ดังนี้

ปริมาตรของทรงกระบอกแนวดังกับทรงกระบอกแนวนอนมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
น้ำที่อยู่ในถังทรงกระบอกจะมีปริมาตรและรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

5.2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

1. ให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน พร้อมแจกใบกิจกรรม ซึ่งในใบกิจกรรมจะมีสถานการณ์ปัญหา เดชาต้องการหาน้ำจากลำธารมาใส่ยังตุ่มน้ำหน้าบ้านที่มีปริมาตร 500 ลิตร โดยเดชามีถังทรงกระบอกสูง 30 ซม. มีฝาปิดขนาด 20 ซม. จำนวน 2 ใบ

- 1) ถังที่เดชาใช้แบกน้ำมีปริมาตรเท่าใด
- 2) เดชาจะต้องหาน้ำอย่างน้อยกี่รอบ น้ำจึงจะเต็มถึง

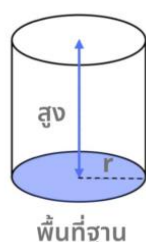


2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านใบกิจกรรมกลุ่มของตัวเอง หลังจากนั้นครูถามนักเรียน เกี่ยวกับ ใบกิจกรรมกลุ่ม แล้วให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมกลุ่มในส่วนข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ซึ่งคำถามมีดังนี้ “ข้อที่ 1 สิ่งที่เกิดสถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง ข้อที่ 2 สิ่งที่เกิดสถานการณ์ ปัญหาต้องการ มีอะไรบ้าง”

3 หลังจากที่ได้ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมเสร็จ ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาของสถานการณ์ในข้อที่ 1 ว่า นักเรียนจะสามารถหาปริมาตรของถังน้ำที่เดชาใช้หาบได้อย่างไร

4. ครูอธิบายถึงการหาปริมาตรของทรงกระบอก ว่าสามารถหาได้จากการนำ พื้นที่ฐาน $\times$ ความสูง ดังรูป

ทรงกระบอก



พื้นที่ผิว = พื้นที่ผิวข้าง + พื้นที่ฐานทั้งสอง

พื้นที่ผิว = $2\pi rh + 2\pi r^2$

ปริมาตร = พื้นที่ฐาน $\times$ สูง

ปริมาตร = $\pi r^2 h$

● ● ●
TUENONG

5 หลังจากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลในใบกิจกรรม ว่าจะสามารถจำนวนรอบที่เดชาจะต้องหาบน้ำได้อย่างไร

6 ครูทำการสุ่มตัวแทน 1 – 2 กลุ่ม ในการตอบคำถามข้อที่ 3 ข้อที่ 4 และ ข้อที่ 5 ซึ่งคำถามมีดังนี้ “ข้อที่ 3 จากสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ ข้อที่ 4 นักเรียนควรเลือกใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เพราะเหตุใดถึงเลือกวิธีดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหา ข้อที่ 5 นักเรียนมีลำดับและข้อที่ 6 คำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้มีอะไรบ้าง” โดยครูสุ่มถามนักเรียนเกี่ยวกับ สถานการณ์ข้างต้นว่า เราสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาของ สถานการณ์ได้ (เช่นการหาปริมาตรของถังน้ำแล้วแทนค่าเพื่อหาจำนวนของถังน้ำที่จะเหลือเศษถังน้ำน้อยที่สุด) แล้วครูถามว่า ในแต่ละวิธีที่ตอบมาหรือหามาได้ควรใช้วิธีการใดถึงจะเหมาะสมและเป็นไป ได้มากที่สุด พร้อมให้เหตุผล โดยครูให้นักเรียนเสนอเหตุผลต่างๆ เพื่อจะนำเหตุผลมาเปรียบเทียบกัน ภายในกลุ่มจนนักเรียนสามารถหรือสรุปเลือกวิธีที่เหมาะสมได้ ครูก็ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำงานจนเสร็จ

5.3 ขั้นสรุป

1 หลังจากให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำงานจนเสร็จ ครูก็จะทำการสุ่มกลุ่มออกนำเสนอ มา 1-2 กลุ่ม โดยให้นำเสนอเกี่ยวกับกระบวนการทำงานภายในกลุ่ม แนวทางการคิดและขั้นตอนในการ แก้ปัญหาภายในกลุ่ม

2 ครูก็ถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากทำกิจกรรมกลุ่มว่า

นักเรียนคิดว่าทรงกระบอกมีลักษณะเป็นอย่างไร

นักเรียนคิดว่าเราจะสามารถหาปริมาตรของทรงกระบอกได้อย่างไร

5.4 ขั้นฝึกทักษะ

1 ครูแจกแบบฝึกทักษะให้กับนักเรียนทุกคน ซึ่งในแบบฝึกทักษะมีสถานการณ์ ปัญหาดังนี้

คุณแม่มีเทียนไขเหลืออยู่ 1 กิโลกรัม คิดเป็นปริมาตรเทียนไขเหลว 1.25 ลิตร จึงนำเศษเทียนไขนี้มาหลอมใหม่เป็นเทียนหอมทรงกระบอกขนาดต่างๆ กัน ดังนี้



1) เทียนหอมแต่ละขนาดมีปริมาตรเท่าใด

2) ถ้าคุณแม่ต้องการเทียนหอมทุกขนาด คุณแม่ควรจะหล่อเทียนหอมขนาดละกี่แท่ง จึงจะเหลือเศษเทียนไขน้อยที่สุด

2 นักเรียนปรึกษากับเพื่อนที่นั่งข้างๆ เพื่อหาคำตอบของแบบฝึกทักษะ

3 ครูสุ่มถามนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ข้างต้นว่า เราสามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์ (เช่นการหาปริมาตรของเทียนไขแต่ละแท่งแล้วนำไปหา ห.ร.ม เพื่อจะได้รู้ถึงจำนวนแท่งที่จะสามารถหล่อขึ้นได้) แล้วครูถามว่า วิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีที่ตอบมาหรือหามาได้ควรใช้วิธีการใดถึงจะเหมาะสมที่สุด พร้อมให้เหตุผล โดยครูให้นักเรียนเสนอเหตุผลต่างๆ เพื่อนำเหตุผลมาเปรียบเทียบกับกัน จนนักเรียนสามารถสรุปเลือกวิธีที่เหมาะสมได้ ครูก็ให้นักเรียนแต่ละคนทำงานจนเสร็จ

4 หลังจากที่ได้ให้นักเรียนได้ศึกษาและทำแบบฝึกทักษะ ครูทำการสุ่มตัวแทนนักเรียน 1-2 คน เพื่อตอบคำถามในแบบฝึกทักษะ โดยที่ครูก็สรุปและเฉลยคำตอบไปพร้อมกับนักเรียน

5.5 ขั้นนำความรู้ไปใช้

1. ครูให้นักเรียนแจกแบบฝึกหัด ซึ่งสถานการณ์ในแบบฝึกหัดมีดังนี้ บริษัทแห่งหนึ่งที่นักเรียนทำงานด้วย ต้องการให้ผลิตประกระป๋องอลูมิเนียม จะใช้แผ่นอะลูมิเนียมหนา 0.4 นิ้ว ตัดเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว จากนั้นอัดขึ้นรูปเป็นทรงกระบอกที่มีความหนาของด้านข้างกระป๋องเท่ากันทั่วทั้งกระป๋อง กระป๋องที่ได้จะมีความหนาและความสูงเท่าใด

2. ครูคอยแนะนำคำถามตามหัวข้อดังต่อไปนี้

ปัญหาคืออะไร

รู้อะไรที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้บ้าง

สิ่งที่ต้องรู้เพิ่มเติมในการแก้ปัญหามีอะไรบ้าง

สามารถแก้ปัญหาดังต่อไปนี้บ้าง

วิธีการแก้ปัญหานั้นเลือก

วิธีที่เลือกสามารถแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

5.6 ขั้นประเมิน

ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนให้นักเรียนทุกคนทำในคาบเรียนภายใน 1 นาที เพื่อจะประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงกระบอก

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
-----------------------	----------------	------------	-----------------

นักเรียนสามารถหาปริมาตรของทรงกระบอกได้ถูกต้อง	ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ผ่านเกณฑ์คุณภาพระดับพอใช้ขึ้นไป
นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของปริมาตรของทรงกระบอกได้	ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ผ่านเกณฑ์คุณภาพระดับพอใช้ขึ้นไป
นักเรียนมีความตรงต่อเวลา	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์คุณภาพระดับพอใช้ขึ้นไป

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ม.2 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
- 2) อินเทอร์เน็ต
- 3) เอกสารประกอบการเรียน
- 4) แบบทดสอบ

8.เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ม.2 เล่ม 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

9.บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

9.1 ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

9.2 ปัญหาและอุปสรรค

9.2.1 ก่อนสอน

.....

.....

.....

.....

9.2.2 ขณะสอน

.....

.....

.....

.....

9.2.3 หลังสอน

.....

.....

.....

.....

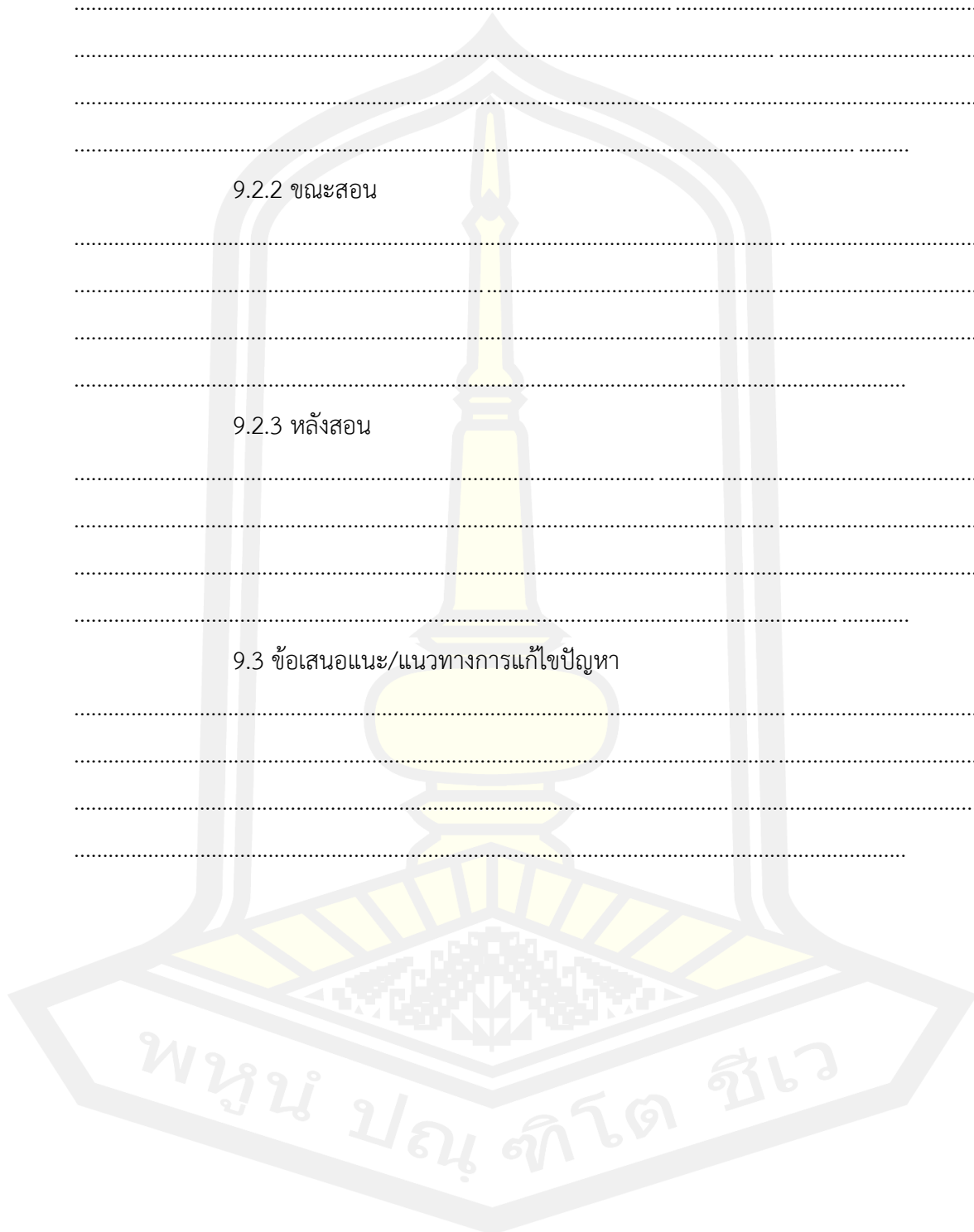
9.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มที่

ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....

ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....

ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....

เดชาต้องการหาน้ำจากลำธารมาใส่ยังตุ่มน้ำที่บ้านที่มีปริมาตร 500 ลิตร โดยเดชามีถังทรงกระบอกสูง 30 ซม. มีฝาปิดขนาด 20 ซม. จำนวน 2 ใบ



- 1) ถังที่เดชาใช้แบกน้ำมีปริมาตรเท่าใด
- 2) เดชาจะต้องหาน้ำอย่างน้อยกี่รอบ น้ำจึงจะเต็มถึง

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

.....

.....

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ มีอะไรบ้าง

.....

.....

3. จากสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

4. นักเรียนควรเลือกใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เพราะเหตุใดถึงเลือกวิธีดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหา

5. นักเรียนมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหายังไร

6. คำตอบของ สถานการณ์ปัญหานี้มีอะไรบ้าง

เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ถูกต้องชัดเจนและ ครบถ้วนพร้อมกับ ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา กำหนดมาให้ได้ ถูกต้องชัดเจนและ ครบถ้วน	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์และระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้ ถูกต้อง แต่ไม่ ครบถ้วน	นักเรียนระบุ ปัญหาของ สถานการณ์และ ระบุสิ่งที่ สถานการณ์ปัญหา กำหนดมาให้ได้ไม่ ถูกต้อง ไม่ ครบถ้วน	นักเรียนไม่ระบุ ปัญหาของ สถานการณ์และ ระบุสิ่งที่ สถานการณ์ปัญหา กำหนดมาให้
นักเรียนสามารถระบุแนวทาง หรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้	นักเรียนสามารถ ระบุแนวทางหรือ วิธีการในการ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นักเรียนสามารถ ระบุแนวทางหรือ แนวคิดในการ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามารถ ระบุแนวทางหรือ แนวคิดในการ แก้ปัญหาได้ไม่ ถูกต้องและไม่ ครบถ้วน	นักเรียนไม่ระบุ แนวทางหรือ แนวคิดในการ แก้ปัญหา
นักเรียนสามารถเขียนสูตร หรือวิธีการหาค่ากลางได้ หลากหลายวิธี	นักเรียนสามารถ เขียนสูตรหรือ วิธีการหาปริมาตรได้มากกว่า 1 วิธี และถูกต้องมีความเป็นไปได้	นักเรียนสามารถ เขียนสูตรหรือ วิธีการหาปริมาตร ได้ 1 วิธี และถูกต้องมีความเป็นไปได้	นักเรียนไม่ สามารถ เขียนสูตร หรือ วิธีการหาค่า กลาง ได้ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน สูตรหรือวิธีการหา ค่ากลาง
นักเรียนสามารถเขียนลำดับ ขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้	นักเรียนสามารถ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถ แก้ปัญหาได้แต่ไม่ ครบถ้วน	นักเรียนไม่สามารถ แก้ปัญหาได้	นักเรียนไม่เขียน อะไรเลย
นักเรียนสามารถตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาได้	นักเรียนสามารถ เขียนลำดับขั้นตอนใน การแก้ปัญหาได้ ถูกต้องชัดเจนและ ครบถ้วน	นักเรียนสามารถ เขียนลำดับขั้นตอนใน การแก้ปัญหาได้ ถูกต้องแต่ไม่ครบ	นักเรียนสามารถ เขียนลำดับขั้นตอน ใน การแก้ปัญหาได้ ไม่ ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน ลำดับขั้นตอนในการ แก้ปัญหา

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนจากการประเมิน 70% ขึ้นไป

แบบฝึกทักษะ

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

แม่มีเทียนไขเหลืออยู่ 1 กิโลกรัม คิดเป็นปริมาตรเทียนไขเหลว 1.25 ลิตร จึงนำเศษเทียนไขนี้มาหลอมใหม่เป็นเทียนหอมทรงกระบอกขนาดต่างๆ กัน ดังนี้



- 1) เทียนหอมแต่ละขนาดมีปริมาตรเท่าใด
- 2) ถ้าคุณแม่ต้องการเทียนหอมทุกขนาด คุณแม่ควรจะหล่อเทียนหอมขนาดละกี่แท่ง จึงจะเหลือเศษเทียนไขน้อยที่สุด

1. สิ่งที่คุณครูกำหนดปัญหาที่กำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

.....

.....

2. สิ่งที่คุณครูกำหนดปัญหาต้องการ มีอะไรบ้าง

.....

.....

3. จากสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

4. นักเรียนควรเลือกใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เพราะเหตุใดถึงเลือกวิธีดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหา

5. นักเรียนมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างไร

6. คำตอบของ สถานการณ์ปัญหานี้มีอะไรบ้าง

แบบฝึกทักษะ

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

บริษัทแห่งหนึ่งที่นักเรียนทำงานด้วย ต้องการให้ผลิตประกระป๋องอะลูมิเนียม จะใช้แผ่นอะลูมิเนียมหนา 0.4 นิ้ว ตัดเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว



จากนั้นอัดขึ้นรูปเป็นทรงกระบอกที่มีความหนาของด้านข้างกระป๋องเท่ากันทั่วทั้งกระป๋อง กระป๋องที่ได้จะมีความหนาและความสูงเท่าใด

1. สิ่งที่สามารถระบุปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

.....

.....

2. สิ่งที่สามารถระบุปัญหาต้องการ มีอะไรบ้าง

.....

.....

3. จากสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนควรเลือกใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เพราะเหตุใดถึงเลือกวิธีดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหายังไง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. คำตอบของ สถานการณ์ปัญหานี้มีอะไรบ้าง

.....

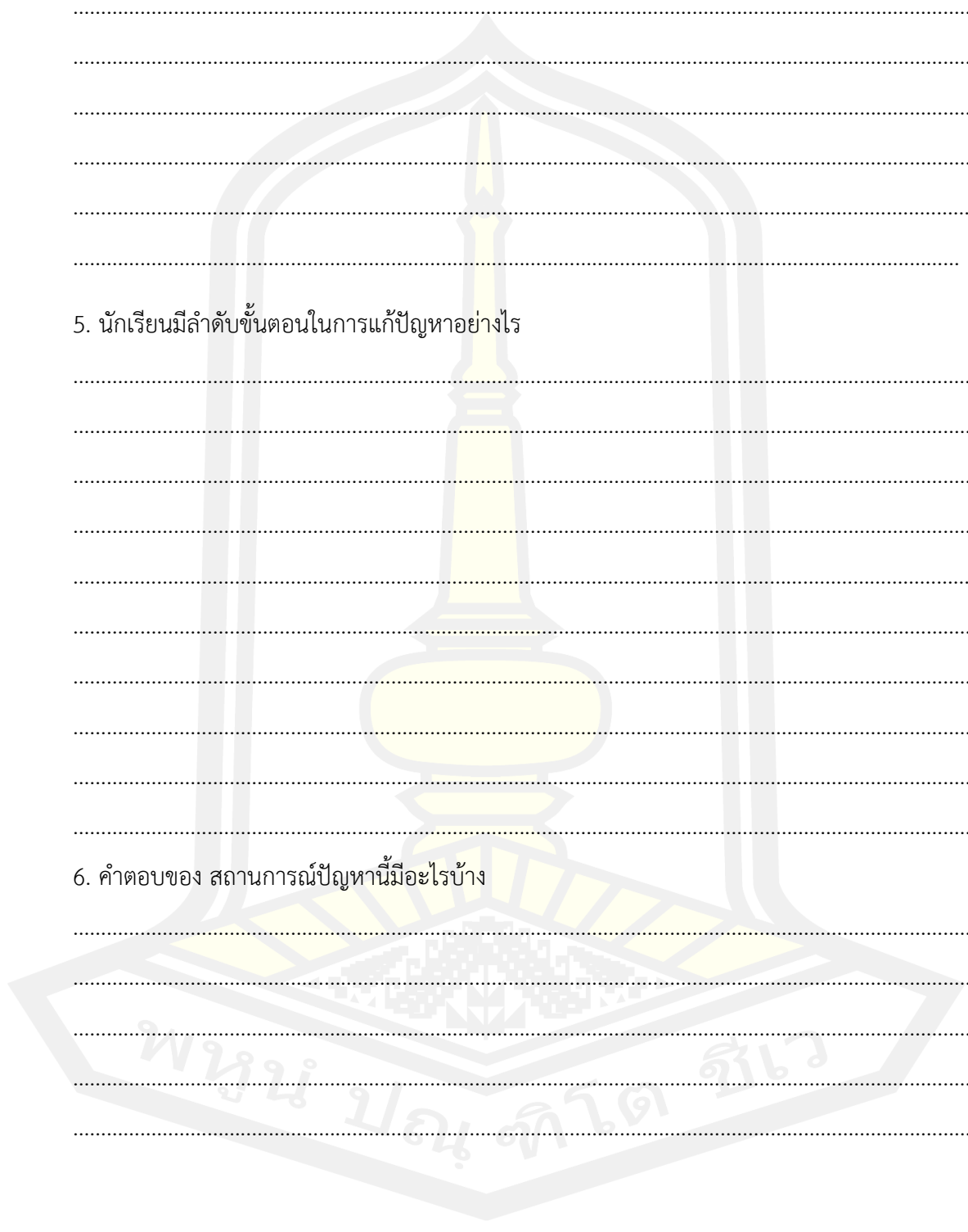
.....

.....

.....

.....

.....



แบบทดสอบ

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

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ท่อระบายน้ำหนึ่งยาว 45 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกได้ 8 เซนติเมตร และ 11 เซนติเมตร ตามลำดับ

1) ท่อน้ำนี้มีลักษณะอย่างไร จงวาดภาพประกอบ

2) ท่อน้ำนี้มีปริมาตรเท่าใด (แสดงวิธีทำ)

.....

.....

.....

.....

.....



เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์และสิ่งที่ สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ ถูกต้องชัดเจนและ ครบถ้วนพร้อมกับ ระบุสิ่งที่ สถานการณ์ปัญหา กำหนดมาให้ได้ถูกต้องชัดเจนและ ครบถ้วน	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์และระบุสิ่งที่ สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้ ถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วน	นักเรียนระบุ ปัญหาของ สถานการณ์และ ระบุสิ่งที่ สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้ไม่ ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่ระบุ ปัญหาของ สถานการณ์และ ระบุสิ่งที่ สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้



แบบประเมินพฤติกรรมด้านความรู้/ความเข้าใจ

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องให้คะแนนที่ตรงกับความรู้ความเข้าใจของนักเรียนมากที่สุด

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คะแนนรวม	ผลการประเมิน	ระดับคุณภาพ
1				
2				
3				
4				
5				
สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด.....คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์การประเมิน คิดเป็นร้อยละ				
ระดับคุณภาพ อยู่ในระดับดี จำนวน.....คน ระดับพอใช้ จำนวน.....คน ระดับปรับปรุง จำนวน.....คน				

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
ความรู้ความเข้าใจ	นักเรียนสามารถอธิบายที่มาของการหาปริมาตรทรงกระบอกได้ถูกต้องพร้อมแสดงวิธีทำ	นักเรียนไม่สามารถอธิบายที่มาของการหาปริมาตรทรงกระบอกได้หรือแสดงวิธีทำ	นักเรียนสามารถอธิบายที่มาของการหาปริมาตรทรงกระบอกได้ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียนอะไรเลย

เกณฑ์การประเมิน

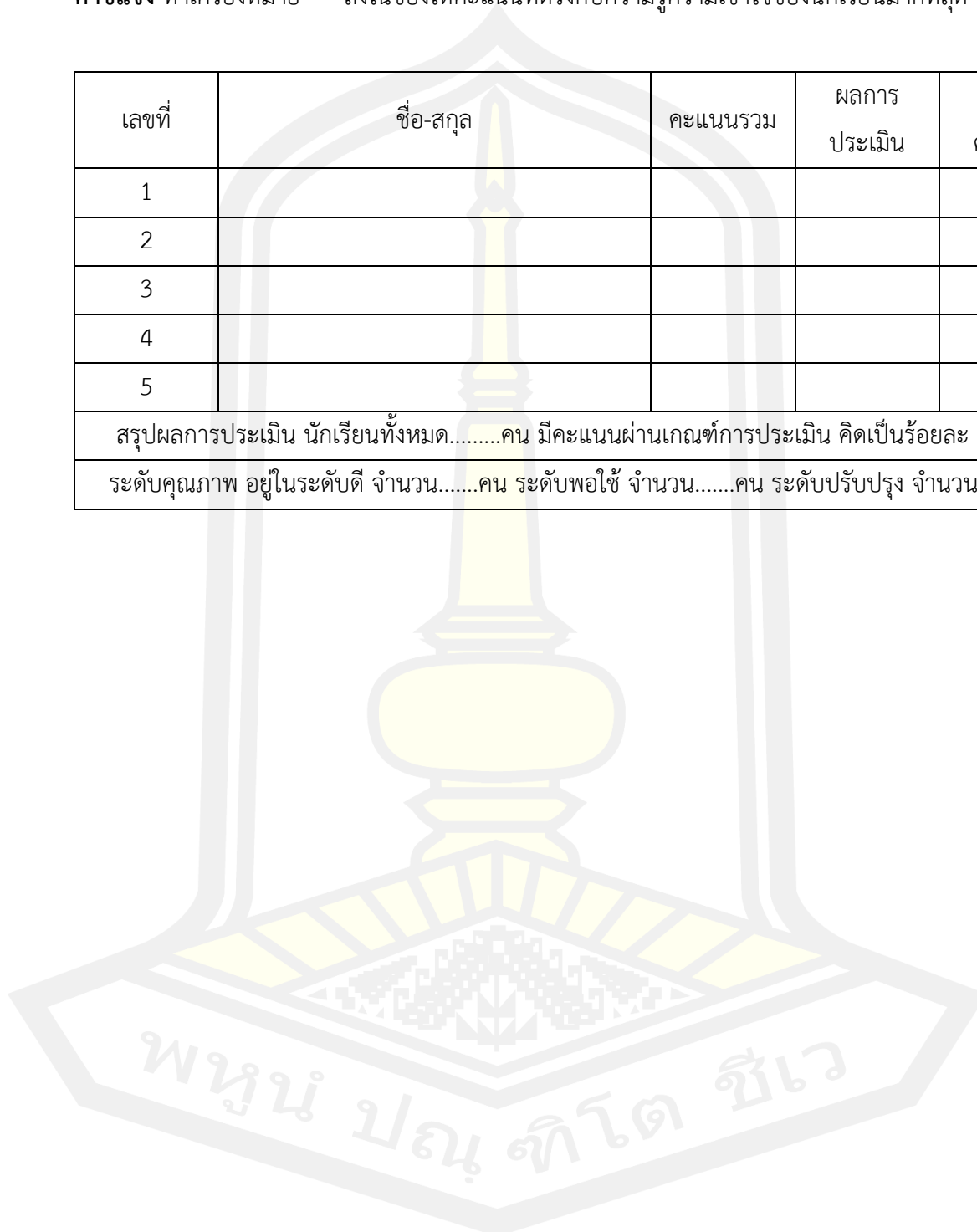
เกณฑ์การประเมิน	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
คะแนน	3	2	1	0

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนจากการประเมิน พอใช้ ขึ้นไป

แบบประเมินการให้คะแนนแบบฝึกทักษะ (P)

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องให้คะแนนที่ตรงกับความรู้ความเข้าใจของนักเรียนมากที่สุด

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คะแนนรวม	ผลการประเมิน	ระดับคุณภาพ
1				
2				
3				
4				
5				
สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด.....คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์การประเมิน คิดเป็นร้อยละ				
ระดับคุณภาพ อยู่ในระดับดี จำนวน.....คน ระดับพอใช้ จำนวน.....คน ระดับปรับปรุง จำนวน.....คน				



เกณฑ์การให้คะแนนแบบฝึกทักษะ (P)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1.นักเรียนสามารถระบุปัญหาและกำหนดตัวแปรได้	นักเรียนสามารถระบุปัญหาและกำหนดตัวแปรได้ถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาได้แต่สามารถกำหนดตัวแปรได้	นักเรียนสามารถระบุปัญหาแต่ไม่สามารถกำหนดตัวแปรได้	นักเรียนไม่ระบุปัญหาและกำหนดตัวแปรได้
2. นักเรียนสามารถเขียนสูตรแสดงความสัมพันธ์ของสมการได้	นักเรียนสามารถเขียนสูตรแสดงความสัมพันธ์ของสมการได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนสูตรแสดงความสัมพันธ์ของสมการได้ไม่ครบ	นักเรียนไม่สามารถเขียนสูตรการแก้ปัญหาได้	นักเรียนไม่เขียนอะไรเลย
3. นักเรียนสามารถระบุค่าที่จำเป็นในการแก้สมการได้	นักเรียนสามารถระบุค่าที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 อย่าง	นักเรียนสามารถระบุค่าที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 2 อย่าง	นักเรียนสามารถระบุค่าที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 1 อย่าง	นักเรียนไม่เขียนอะไรเลย
4. นักเรียนสามารถแก้ปัญห	นักเรียนสามารถแก้ปัญหได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแก้ปัญหได้แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหได้	นักเรียนไม่เขียนอะไรเลย
5. นักเรียนสามารถตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหได้	นักเรียนสามารถตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหได้	นักเรียนสามารถตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหได้ไม่ครบ	นักเรียนไม่สามารถตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหได้	นักเรียนไม่เขียนอะไรเลย

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
0-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนจากการประเมิน พอใช้ ขึ้นไป

แบบบันทึกคะแนนพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล (A)

คำชี้แจง : ให้ผู้สังเกตพิจารณาพฤติกรรมของผู้เรียนรายบุคคลและเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง
ระดับ

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คะแนนรวม	ผลการประเมิน	ระดับคุณภาพ
1				
2				
3				
4				
5				
สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด.....คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์การประเมิน คิดเป็นร้อยละ				
ระดับคุณภาพ อยู่ในระดับดี จำนวน.....คน ระดับพอใช้ จำนวน.....คน ระดับปรับปรุง จำนวน.....คน				

พฤติกรรมที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	3	2	1	0
การเข้าเรียน	เข้าเรียนสายไม่เกิน 5 นาที	เข้าเรียนสายไม่เกิน 10 นาที	เข้าเรียนสายเกิน 10 นาที	ไม่เข้าเรียน
การส่งงาน	ส่งงานสายไม่เกิน 5 นาที	ส่งงานสายไม่เกิน 10 นาที	ส่งงานสายเกิน 10 นาที	ไม่ส่งงาน

เกณฑ์การประเมิน	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
คะแนน	3	2	1	0

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนจากการประเมิน พอใช้ ขึ้นไป

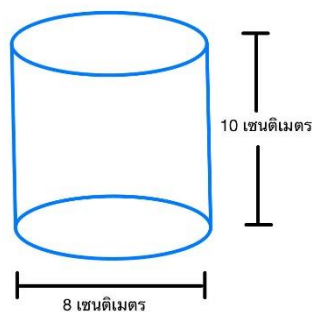
แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก

ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง : จงตอบคำถามของแต่ละสถานการณ์ให้ถูกต้อง

1. ณ ร้านน้ำป่นแห่งหนึ่งจะมีคนมาซื้อน้ำป่นอย่างน้อย 60 แก้วต่อวัน โดยการจะทำน้ำป่นแต่ละแก้ว จำเป็นจะต้องใส่นมข้นหวานจำนวน 40 มิลลิตรต่อแก้ว โดยนมข้นหวานแต่ละกระป๋องสามารถใช้ได้แค่ 95% ของกระป๋องเท่านั้น ดังนั้นเจ้าของร้านต้องการทราบว่า จะต้องซื้อนมข้นหวานอย่างน้อยกี่กระป๋องจึงจะประหยัดที่สุดและจากนมข้นหวานที่ซื้อมาจะสามารถขายได้สูงสุดกี่แก้ว กำหนดให้กระป๋องนมข้นหวานราคากระป๋องละ 25 บาท และมีขนาดดังรูป



1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาดังกล่าว ต้องการ มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. ณ หมู่บ้านแห่งหนึ่งมีหมอนซิดเป็นสินค้าขึ้นชื่อประจำหมู่บ้าน หมู่บ้านนี้จะต้องส่งออกหมอนซิดจำนวน 300 ใบในทุกๆสัปดาห์ โดยที่หมู่บ้านนี้จะต้องนำเข้านุ่นและผ้าจากหมู่บ้านข้างๆ นุ่น 1 กระสอบหนัก 10 กิโลกรัม ราคา 50 บาท ผ้าเมตรละ 25 บาท หมู่บ้านจะต้องนำเข้าผ้าและนุ่นอย่างน้อยสัปดาห์ละเท่าไรจึงจะเพียงพอต่อการทำหมอนซิด และจะต้องใช้เงินเป็นจำนวนเท่าใดในการนำเข้าผ้าและนุ่น กำหนดหมอนซิดมีขนาดดังรูป

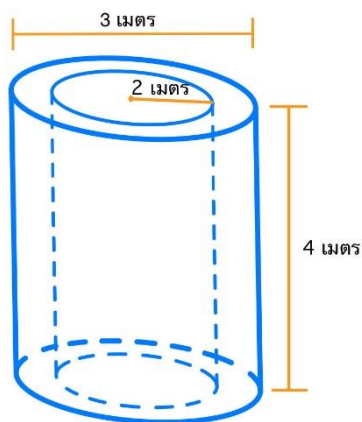


1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาดังกล่าว มีอะไรบ้าง

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

3. ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ มีอะไรบ้าง

3. โรงแรมแห่งหนึ่งต้องการติดตั้งถังน้ำบนดาดฟ้าตึก จำนวน 2 ถัง เพื่อใช้เป็นน้ำสำรอง โดยจะติดตั้งถังที่มีขนาดดังรูป



มีบริษัทรับทำถังมาเสนอให้โรงแรม 2 บริษัท ดังนี้

บริษัท A รับทำถังน้ำ โดยคิดตามปริมาตรของถังน้ำ คิดเป็นลิตร ลิตรละ 20 บาท แต่จะทาสีตัวถังน้ำให้ฟรี (ด้านนอกและด้านใน)

บริษัท B รับทำถังน้ำ โดยคิดตามปริมาตรของถังน้ำ คิดเป็นลิตร ลิตรละ 15 บาท แต่คิดค่าทาสีเพิ่ม ตารางเมตรละ 100 บาท

โรงแรมต้องการทราบว่าควรเลือกบริษัทใดจึงจะประหยัดกว่าและประหยัดกว่ากันเท่าไร

(กำหนด $\pi=3.14$ และ 1 ลูกบาศก์เมตร = 1,000 ลิตร)

1. สิ่งที่คุณต้องการแก้ปัญหาต้องการ มีอะไรบ้าง

2. สิ่งที่คุณต้องการปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

เกณฑ์การคิดเชิงคำนวณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแยกส่วนประกอบและการย่อปัญหา	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วนดังนี้ ร้านค้าจะต้องซื้อนมชั้นหวานอย่างน้อยก็กระป๋อง จึงจะประหยัดที่สุดและจะขายได้สูงสุดก็แก้ว	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนดังนี้ ร้านค้าจะต้องซื้อนมชั้นหวานอย่างน้อยก็กระป๋องจึงจะประหยัดที่สุด หรือ ร้านค้าจะขายได้สูงสุดก็แก้ว	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วนเช่น ร้านค้าจะต้องซื้อนมชั้นหวานมากที่สุดก็กระป๋อง หรือ ร้านค้าจะขายได้น้อยสุดก็แก้ว
		นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วนดังนี้ โดย ร้านค้าขายน้ำปั่นได้อย่างน้อย 60 แก้วต่อวัน โดยการจะทำน้ำปั่นแต่ละแก้วจำเป็นจะต้องใส่นมชั้นหวานจำนวน 40 มิลลิลิตรต่อแก้ว โดยนมชั้นหวานแต่ละกระป๋องสามารถใช้ได้แค่ 95% และกำหนดให้กระป๋องนมชั้นหวานราคากระป๋องละ 25 บาท	นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนโดยนักเรียนอาจจะระบุมาเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้ ดังนี้ โดย ร้านค้าขายน้ำปั่นได้อย่างน้อย 60 แก้วต่อวัน หรือ โดยการจะทำน้ำปั่นแต่ละแก้วจำเป็นจะต้องใส่นมชั้นหวานจำนวน 40 มิลลิลิตรต่อแก้ว หรือ โดยนมชั้นหวานแต่ละกระป๋องสามารถใช้ได้แค่ 95% หรือ กำหนดให้กระป๋องนมชั้นหวานราคากระป๋องละ 25 บาท	นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้ไม่ถูกต้อง และไม่ครบถ้วนโดยนักเรียนอาจจะระบุมาเพียง ร้านค้าขายน้ำปั่นได้มากที่สุด 60 แก้วต่อวัน หรือ โดยการจะทำน้ำปั่นแต่ละแก้วจำเป็นจะต้องใส่นมชั้นหวานจำนวน 40 ลิตรต่อแก้ว หรือ โดยนมชั้นหวานแต่ละกระป๋องสามารถใช้ไม่ได้ 95% หรือ กำหนดให้กระป๋องนมชั้นหวานไม่ได้ราคากระป๋องละ 25 บาท
	การคิดเชิงนามธรรม	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือวิธีการในการ	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือแนวคิดในการ	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือแนวคิดในการ

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		3	2	1
		แก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน ดังนั้นต้องการหาจำนวนที่จะต้องซื้อนมขึ้นหวานให้ประหยัดที่สุดและสามารถขายได้สูงสุดก็แก้ว	แก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วน ดังนั้น ต้องการหาจำนวนที่จะต้องซื้อนมขึ้นหวานให้ประหยัดที่สุดหรือสามารถขายได้สูงสุดก็แก้ว	แก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้องและไม่ ครบถ้วน เช่น ต้องการหาจำนวนกระป๋องของนมขึ้น หรือ จะขายได้ทั้งหมดก็แก้ว
	การหารูปแบบ	นักเรียนสามารถเขียนสูตรหรือวิธีการหาปริมาตรทรงกระบอก ได้มากกว่า 1 วิธี และถูกต้องมีความเป็นไปได้ ดังนี้ ใช้สูตรทั่วไป $\frac{95}{100} \pi r^2 h$ หรือ หาพื้นที่ฐานแล้วคูณด้วยความสูงของทรงกระบอก แล้วหาด้วย 95% หรือ หา 95%ของพื้นที่ฐานแล้วคูณด้วยความสูง	นักเรียนสามารถเขียนสูตรหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ 1 วิธี และถูกต้องมีความเป็นไปได้ ดังนี้ ใช้สูตรทั่วไป $\frac{95}{100} \pi r^2 h$ หรือ หาพื้นที่ฐานแล้วคูณด้วยความสูงของทรงกระบอก แล้วหาด้วย 95% หรือ หา 95%ของพื้นที่ฐานแล้วคูณด้วยความสูง	นักเรียนไม่สามารถเขียนสูตรหรือวิธีการหาค่ากลางได้
	การออกแบบขั้นตอนวิธี	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน และครบถ้วนดังนี้ นักเรียนทำการหาปริมาณนมขึ้นที่ต้องใช้ในแต่ละวัน แล้วหารด้วย 95% ของปริมาตรกระป๋องนมขึ้น และนำจำนวนกระป๋องที่ได้ ไปคิดเป็นเงินที่จะต้องจ่าย และหารด้วยจำนวนนมขึ้นที่ใช้ในแต่ละแก้วเพื่อหาจำนวน	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ ครบถ้วนดังนี้ นักเรียนทำการหาปริมาณนมขึ้นที่ต้องใช้ในแต่ละวัน แล้วหารด้วย 95% ของปริมาตรกระป๋องนมขึ้น และนำจำนวนกระป๋องที่ได้ ไปคิดเป็นเงินที่จะต้องจ่าย หรือ หารด้วยจำนวนนมขึ้นที่ใช้ในแต่ละแก้วเพื่อหาจำนวนแก้วที่	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้องว่าต้องหารราคาของอะไรหรือหาจำนวนของอะไร

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		3	2	1
		แก้ที่สามารถขายได้สูงสุด	สามารถขายได้สูงสุด	
2	การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วนดังนี้ หมูบ้านจะต้องนำเข้าผ้าและนุ่นอย่างน้อยสัปดาห์ละเท่าไรจึงจะเพียงพอต่อการทำหมอนชิต และจะต้องใช้เงินเป็นจำนวนเท่าใดในการนำเข้าผ้าและนุ่น	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนดังนี้ หมูบ้านจะต้องนำเข้าผ้าและนุ่นอย่างน้อยสัปดาห์ละเท่าไรจึงจะเพียงพอต่อการทำหมอนชิต หรือจะต้องใช้เงินเป็นจำนวนเท่าใดในการนำเข้าผ้าและนุ่น	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ไม่ถูกต้อง เช่น หมูบ้านจะต้องนำเข้าผ้าและนุ่นอย่างมากที่สุด สัปดาห์ละเท่าไรจึงจะเพียงพอต่อการทำหมอนชิต หรือจะต้องใช้เงินเป็นจำนวนเท่าใดในการนำเข้าหมอนชิต
		นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วนดังนี้ หมูบ้านนี้จะต้องส่งออกหมอนชิตจำนวน 300 ใบทุกๆ สัปดาห์ โดยที่หมูบ้านนี้จะต้องนำเข้านุ่นและผ้าจากหมูบ้านข้างๆ นุ่น 1 กระสอบหนัก 10 กิโลกรัม ราคา 50 บาท ผ้าเมตรละ 25 บาท	นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนดังนี้ หมูบ้านนี้จะต้องส่งออกหมอนชิตจำนวน 300 ใบทุกๆ สัปดาห์ หรือหมูบ้านนี้จะต้องนำเข้านุ่นและผ้าจากหมูบ้านข้างๆ นุ่น 1 กระสอบหนัก 10 กิโลกรัม ราคา 50 บาท ผ้าเมตรละ 25 บาท	นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้ไม่ถูกต้อง เช่น หมูบ้านนี้จะต้องส่งออกหมอนชิตจำนวน 300 ใบทุกๆ เดือน หรือหมูบ้านนี้จะต้องนำเข้านุ่นและผ้าจากหมูบ้านข้างๆ นุ่น 10 กระสอบหนัก 10 กิโลกรัม ราคา 50 บาท ผ้าเมตรละ 250 บาท
	การคิดเชิงนามธรรม	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน ดังนี้ หาพื้นที่ผิวและปริมาตรของหมอนชิตแล้วนำไปหารราคาผ้าและ	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ดังนี้ หาพื้นที่ผิวหรือหาปริมาตรของหมอนชิต แล้วนำไปหา	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน ดังนี้ หาพื้นที่หรือขนาดของหมอนชิตแล้วหาจำนวนจำนวนผ้า

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		3	2	1
		นุ่นที่ต้องใช้	ราคาผ้าหรือนุ่นที่ต้องใช้	หรือนุ่นที่จะต้องใช้
	การหารูปแบบ	นักเรียนสามารถเขียนสูตรหรือวิธีการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรมากกว่า 1 วิธี และถูกต้องมีเป็นไปได้นี้ หาพื้นที่ผิวโดยใช้สูตรพื้นที่ผิวข้างบวกกับพื้นที่ฐาน และหาปริมาตรของหมอนชนิด หรือ หาพื้นที่ในแต่ละด้านมารวมกัน และหาปริมาตรของหมอนชนิด แล้วค่อยหาจำนวนผ้าและนุ่นทั้งหมดที่ต้องใช้ แล้วหาเงินที่จะต้องใช้	นักเรียนสามารถเขียนสูตรหรือวิธีการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรได้ 1 วิธี และถูกต้องมีเป็นไปได้นี้ หาพื้นที่ผิวโดยใช้สูตรพื้นที่ผิวข้างบวกกับพื้นที่ฐาน และหาปริมาตรของหมอนชนิด หรือ หาพื้นที่ในแต่ละด้านมารวมกัน และหาปริมาตรของหมอนชนิด แล้วค่อยหาจำนวนผ้าและนุ่นทั้งหมดที่ต้องใช้ แล้วหาเงินที่จะต้องใช้	นักเรียนไม่สามารถเขียนสูตรหรือวิธีการต่างๆได้
	การออกแบบขั้นตอนวิธี	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วนดังนี้ นักเรียนหาปริมาตรของหมอนชนิดเพื่อหาจำนวนนุ่นที่ต้องใช้ และหาพื้นที่ผิวของหมอนชนิดเพื่อหาขนาดผ้าที่ต้องใช้	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนดังนี้ นักเรียนหาปริมาตรของหมอนชนิดเพื่อหาจำนวนนุ่นที่ต้องใช้ หรือหาพื้นที่ผิวของหมอนชนิดเพื่อหาขนาดผ้าที่ต้องใช้	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ ไม่ถูกต้องว่าจะต้องหาปริมาตรของอะไรหรือหาพื้นที่ผิวของอะไร
3	การแยกส่วนประกอบและการย่อปัญหา	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วนดังนี้ โรงแรมต้องการทราบว่าควรเลือกบริษัทใดจึงจะ	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ถูกต้อง ไม่ครบถ้วนดังนี้ โรงแรมต้องการทราบว่าควรเลือกบริษัทใดจึงจะประหยัดกว่า	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ไม่ถูกต้อง ดังนี้ บริษัท A คิดราคาเท่าไรในการทำถังน้ำ หรือ บริษัท B คิดราคา

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		3	2	1
		ประหยัดกว่าและประหยัดกว่ากันเท่าไร	หรือประหยัดกว่ากันเท่าไร	เท่าไรในการทำถังน้ำ
		นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วนดังนี้ โรงแรมแห่งหนึ่งต้องการติดตั้งถังจำนวน 2 ถัง บริษัท A รับทำถังน้ำ โดยคิดตามปริมาตรของถังน้ำ คิดเป็นลิตร ลิตรละ 20 บาท แต่จะทาสีตัวถังน้ำให้ฟรี (ด้านนอกและด้านใน) และบริษัท B รับทำถังน้ำ โดยคิดตามปริมาตรของถังน้ำ คิดเป็นลิตร ลิตรละ 15 บาท แต่คิดค่าทาสีเพิ่มเติม ตารางเมตรละ 100 บาท	นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนดังนี้ โรงแรมแห่งหนึ่งต้องการติดตั้งถังจำนวน 2 ถัง บริษัท A รับทำถังน้ำ โดยคิดตามปริมาตรของถังน้ำ คิดเป็นลิตร ลิตรละ 20 บาท แต่จะทาสีตัวถังน้ำให้ฟรี (ด้านนอกและด้านใน) หรือบริษัท B รับทำถังน้ำ โดยคิดตามปริมาตรของถังน้ำ คิดเป็นลิตร ลิตรละ 15 บาท แต่คิดค่า	นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ได้ไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วนเช่น โรงแรมแห่งหนึ่งต้องการติดตั้งถังจำนวน 1 ถัง บริษัท A รับทำถังน้ำ โดยคิดตามปริมาตรของถังน้ำ คิดเป็นลิตร ลิตรละ 15 บาท แต่คิดค่าทาสีเพิ่มเติม ตารางเมตรละ 100 บาท หรือ บริษัท B รับทำถังน้ำ โดยคิดตามปริมาตรของถังน้ำ คิดเป็นลิตร ลิตรละ 20 บาท แต่จะทาสีตัวถังน้ำให้ฟรี (ด้านนอกและด้านใน)
	การคิดเชิงนามธรรม	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน ดังนี้หาพื้นที่ผิวของถังน้ำ และหาปริมาตรของถังน้ำ เพื่อนำไปหาเป็นราคาการสร้างถังน้ำของแต่ละบริษัท	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนชัดเจน ดังนี้หาหาพื้นที่ผิวของถังน้ำ หรือ หาปริมาตรของถังน้ำ เพื่อนำไปหาเป็นราคาการสร้างถังน้ำของแต่ละบริษัท	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน เช่น หาปริมาตรของถังน้ำโดยใช้รัศมีของขอบนอกของถัง หรือ หาพื้นที่ผิวของถังโดยใช้รัศมีของขอบนอกหรือขอบในของถังเพียงอย่างเดียว

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
		3	2	1
	การหารูปแบบ	นักเรียนสามารถเขียนสูตรหรือวิธีการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรได้มากกว่า 1 วิธี และถูกต้องมีเป็นไปได้นี้ หาพื้นที่ผิวโดยใช้สูตรพื้นที่ผิวข้างบวกกับพื้นที่ฐาน และหาปริมาตรของถังน้ำ หรือ หาพื้นที่ในแต่ละด้านมารวมกัน และหาปริมาตรของถังน้ำ	นักเรียนสามารถเขียนสูตรหรือวิธีการหาพื้นที่ผิวและปริมาตร 1 วิธี และถูกต้องมีเป็นไปได้นี้ หาพื้นที่ผิวโดยใช้สูตรพื้นที่ผิวข้างบวกกับพื้นที่ฐาน และหาปริมาตรของถังน้ำ หรือ หาพื้นที่ในแต่ละด้านมารวมกัน และหาปริมาตรของถังน้ำ	นักเรียนไม่สามารถเขียนสูตรหรือวิธีการต่างๆได้
	การออกแบบขั้นตอนวิธี	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วนดังนี้ หาปริมาตรของถังน้ำแล้วนำไปคิดราคาการสร้างถังน้ำ และหาพื้นที่ผิวของถังน้ำแล้วนำไปคิดราคาการทาสี	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนดังนี้ หาปริมาตรของถังน้ำแล้วนำไปคิดราคาการสร้างถังน้ำ หรือหาพื้นที่ผิวของถังน้ำแล้วนำไปคิดราคาการทาสี	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ ไม่ถูกต้องว่าต้องหาปริมาตรของอะไรหรือหาพื้นที่ผิวของอะไร



แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. รูปในข้อใดเป็นปริซึมฐานสามเหลี่ยม

ก.



ข.



ค.

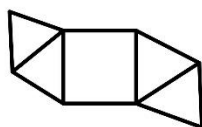


ง.

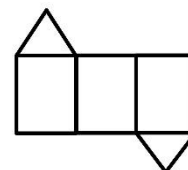


2. ข้อใดไม่ใช่รูปคลี่ของปริซึม

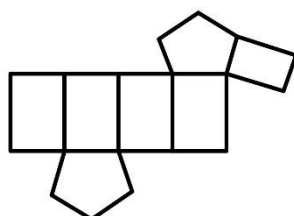
ก.



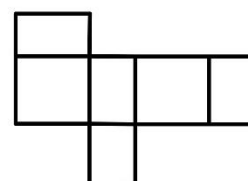
ข.



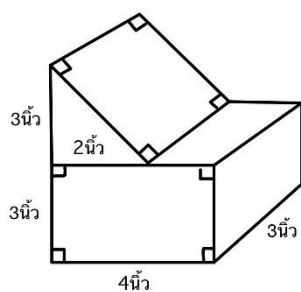
ค.



ง.



3. จงหาปริมาตรปริซึมต่อไปนี้



ก. 54 ลูกบาศก์นิ้ว

ข. 45 ลูกบาศก์นิ้ว

ค. 36 ลูกบาศก์นิ้ว

ง. 32 ลูกบาศก์นิ้ว

4. ปริซึมแก้วแท่งหนึ่งหน้าตัดเป็นรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า มีปริมาตร 585 ลูกบาศก์เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร มีพื้นที่หน้าตัดเท่าไร

ก. 34.5 ตารางเซนติเมตร

ข. 30.5 ตารางเซนติเมตร

ค. 32.5 ตารางเซนติเมตร

ง. 28.5 ตารางเซนติเมตร

5. ก่องนมสดทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 7 เซนติเมตร สูง 20.4 เซนติเมตร ก่องใบนี้จุ่มนมสดได้ประมาณกี่ลิตร

ก. 10.0 ลิตร

ข. 1.1 ลิตร

ค. 9.0 ลิตร

ง. 1.0 ลิตร

6. บ่อเลี้ยงปลาฐานเป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า มีพื้นที่ฐาน 91.8 ตารางเมตร บ่อลึก 1.5 เมตร ถ้าบ่อนี้ใส่น้ำไว้ 114.75 ลูกบาศก์เมตร ระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าขอบบนของบ่อกี่เซนติเมตร

ก. 15.0 เซนติเมตร

ข. 20.5 เซนติเมตร

ค. 25.0 เซนติเมตร

ง. 27.5 เซนติเมตร

7. ครอบงมใส่่น้ำทรวงสี่เหลี่ยม ฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมกว้างด้านละ 50 เซนติเมตร สูง 75 เซนติเมตร จะจุ น้ำได้กี่ลิตร

ก. 187.5 ลิตร

ข. 375 ลิตร

ค. 750 ลิตร

ง. 937.5 ลิตร

8. ห้องเรียนห้องหนึ่งมีขนาดกว้าง 7 เมตร ยาว 8 เมตร และสูง 4 เมตร จะจุอากาศได้กี่ลูกบาศก์ เมตร

ก. 224 ลูกบาศก์เมตร

ข. 235 ลูกบาศก์เมตร

ค. 248 ลูกบาศก์เมตร

ง. 260 ลูกบาศก์เมตร

9. ถังน้ำทรวงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีความยาว 1.5 เมตร กว้าง 1 เมตร สูง 1.5 เมตร ต้องการใส่่น้ำให้ได้ ครึ่งถัง จะได้่น้ำกี่ลูกบาศก์เมตร

ก. 1.12 ลูกบาศก์เมตร

ข. 1.125 ลูกบาศก์เมตร

ค. 2.125 ลูกบาศก์เมตร

ง. 2.25 ลูกบาศก์เมตร

10. กระบะบรรทุกของรถบรรทุกคันหนึ่ง กว้าง 1.125 วา ยาว 2 วา สูง 0.80 เมตร ถ้ามี่ข้าวเปลือก 25 เกวียน จะต้องใช้รถบรรทุกคันนี้บรรทุกอย่างน้อยกี่เที่ยวจึงจะหมด

(ปริมาตร 20,000,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เท่ากับ 1 เกวียน)

ก. 2 เที่ยว

ข. 4 เที่ยว

ค. 7 เที่ยว

ง. 14 เที่ยว

11. นาฬิกาแขวนเรือนหนึ่งฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 10.5 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร หนา 50 เซนติเมตร จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

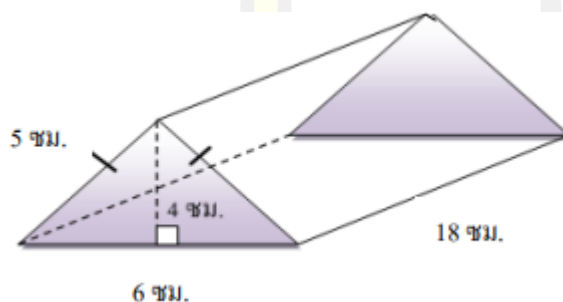
ก. 13,785 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. 17,835 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. 15,783 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. 18,375 ลูกบาศก์เซนติเมตร

12. รูปปริซึมที่กำหนดให้มีปริมาตรเท่าใด



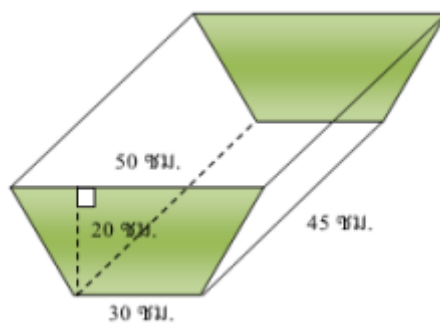
ก. 180 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. 216 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. 270 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. 288 ลูกบาศก์เซนติเมตร

13. รูปปริซึมที่กำหนดให้มีปริมาตรเท่าใด



ก. 36,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. 39,600 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. 45,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. 48,400 ลูกบาศก์เซนติเมตร

14. กระป๋องนมทรงกระบอกสูง 5 เซนติเมตร รัศมีที่ฐานยาว 3.5 เซนติเมตร จะต้องใช้โลหะในการทำ
ประป๋องนมใบนี้ โดยที่มีฝาปิดกระป๋องอย่างน้อยเท่าใด

ก. 77 ตารางเซนติเมตร

ข. 110 ตารางเซนติเมตร

ค. 170 ตารางเซนติเมตร

ง. 187 ตารางเซนติเมตร

15. ปริซึมสามเหลี่ยมสูง 8 เซนติเมตร มีเส้นรอบรูปฐานยาว 3 เซนติเมตร 4 เซนติเมตร และ 5
เซนติเมตร พื้นที่ผิวของปริซึมเท่ากับกี่ตารางเซนติเมตร

ก. 96 ตารางเซนติเมตร

ข. 102 ตารางเซนติเมตร

ค. 104 ตารางเซนติเมตร

ง. 108 ตารางเซนติเมตร

16. ทรงกระบอกมีพื้นที่ผิวข้าง 880 ตารางเซนติเมตร สูง 14 เซนติเมตร รัศมีที่ฐานยาวเท่าใด

ก. 10 เซนติเมตร

ข. 12 เซนติเมตร

ค. 14 เซนติเมตร

ง. 16 เซนติเมตร

17. พื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอกใบหนึ่งเท่ากับ 484 ตารางเซนติเมตร ถ้าทรงกระบอกสูง 11
เซนติเมตร แล้วพื้นที่ฐานของทรงกระบอกเท่ากับกี่ตารางเซนติเมตร

ก. 130 ตารางเซนติเมตร

ข. 140 ตารางเซนติเมตร

ค. 154 ตารางเซนติเมตร

ง. 164 ตารางเซนติเมตร

18. ศิริพรต้องการห่อของขวัญด้วยกล่องทรงปริซึมฐานสี่เหลี่ยมซึ่งมีความกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร และสูง 10 เซนติเมตร จะต้องใช้กระดาษอย่างน้อยเท่าใด

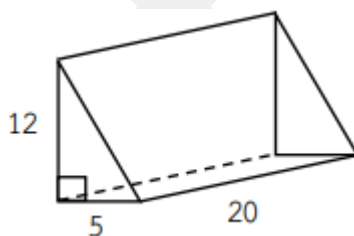
ก. อย่างน้อย 300 ตารางเซนติเมตร

ข. อย่างน้อย 664 ตารางเซนติเมตร

ค. อย่างน้อย 1000 ตารางเซนติเมตร

ง. อย่างน้อย 1100 ตารางเซนติเมตร

19. จากรูป พื้นที่ผิวข้างของปริซึมเท่ากับกี่ตารางเซนติเมตร



ก. 600 ตารางเซนติเมตร

ข. 650 ตารางเซนติเมตร

ค. 690 ตารางเซนติเมตร

ง. 720 ตารางเซนติเมตร

20. ถ้าพื้นที่ผิวของลูกบาศก์เป็น 96 ตารางนิ้ว ลูกบาศก์นี้จะมีควมยาวด้านละกี่นิ้ว

ก. 4 นิ้ว

ข. 5 นิ้ว

ค. 16 นิ้ว

ง. 25 นิ้ว

21. ทรงกระบอกกลวงเส้นผ่านศูนย์กลางภายในยาว 44 เซนติเมตร หนา 2 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร จงหาผิวข้างภายในกับภายนอกต่างกันเท่าไร เมื่อ $\pi \approx 3.14$

ก. 157 ตารางเซนติเมตร

ข. 314 ตารางเซนติเมตร

ค. 370 ตารางเซนติเมตร

ง. 384 ตารางเซนติเมตร

22. ทรงกระบอกตรงสูง 10 เซนติเมตร ความยาวรอบฐานเท่ากับ 8π เซนติเมตร จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. 64π

ข. 112π

ค. 160π

ง. 640π

23. ฐานของทรงกระบอกเป็นรูปใด

ก. สามเหลี่ยม

ข. สี่เหลี่ยม

ค. วงกลม

ง. วงรี

24. ถังเก็บน้ำมันทรงกระบอกขนาดใหญ่มีรัศมียาว 19 เมตร เก็บน้ำมันได้ 200,000 บาร์เรล ถังเก็บน้ำมันนี้สูงเท่าใด (กำหนด 1 บาร์เรล ประมาณ 159 ลิตร และ π เท่ากับ 3.14)

ก. ประมาณ 24 เมตร

ข. ประมาณ 26 เมตร

ค. ประมาณ 28 เมตร

ง. ประมาณ 30 เมตร

25. แก้วน้ำทรงกระบอกใบหนึ่งวัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในได้ 8 เซนติเมตร แก้วสูง 10 เซนติเมตร จะจุน้ำได้เท่าไร

ก. 502.4 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. 503.4 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. 504.4 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. 505.4 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ



ตารางที่ 17 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนที่ 1 - แผนที่ 8 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนจัดการเรียนรู้								ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1. สารสำคัญ										
1.1 สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.67	5	5	4.67	4.33	4.33	4.67	4.67	4.67	มากที่สุด
1.2 สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	4.33	4.67	4.33	4.67	4.67	4.67	5	4.67	มากที่สุด
1.3 สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	5	4.67	4.67	5	4.33	4.67	5	5	4.79	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้										
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.67	4.33	4.67	5	5	4.33	4.67	5	4.71	มากที่สุด
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4.67	4.33	5	5	4.33	4.67	4.67	4.67	4.67	มากที่สุด
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้										

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนจัดการเรียนรู้								ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7	8		
การวัดและ ประเมินผลการ เรียนรู้แบบวัด สามารถวัดได้จริง	4.33	4.67	4.8	5	5	5	5	5	4.85	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.76	4.59	4.93	4.93	4.81	4.76	4.89	4.95	4.83	

ตารางที่ 18 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ
กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ย ความ เหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. สารสำคัญ						
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	5	14	4.67
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	4	4	13	4.33
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	5	5	5	15	5.00
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	4	13	4.33
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4	5	5	14	4.67
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	5	5	15	5.00
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	4	5	5	14	4.67

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
3.3	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวน ความรู้	5	5	5	15	5.00
3.4	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ขั้นสอน เนื้อหาใหม่	5	4	5	14	4.67
3.5	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป	5	4	5	14	4.67
3.6	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ	4	5	5	14	4.67
3.7	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้	5	4	5	14	4.67
3.8	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 6 ขั้น ประเมินผล	4	5	5	14	4.67
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	4	5	5	14	4.67
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้น ของผู้เรียน	5	4	5	14	4.67
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรงกับ ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	15	5.00
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้ เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	14	4.67
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัด สามารถวัดได้จริง	5	4	4	13	4.33
	เฉลี่ยรวม	4.67	4.56	4.83	14.06	4.69
ระดับความเหมาะสม						มากที่สุด

ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ย ความ เหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. สารสำคัญ						
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	4	5	14	4.67
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	5	4	13	4.33
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	5	5	5	15	5.00
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุม เนื้อหาสาระ	4	4	5	13	4.33
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ ต้องการพัฒนาชัดเจน	4	5	5	14	4.67
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ เนื้อหาสาระ	4	5	5	14	4.67
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ ระดับชั้นของนักเรียน	4	5	5	14	4.67
3.3	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 1 ชั้น ทบทวน ความรู้	5	5	5	15	5.00
3.4	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 2 ชั้นสอน เนื้อหาใหม่	5	4	5	14	4.67
3.5	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 3 ชั้นสรุป	4	5	5	14	4.67
3.6	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 4 ชั้นฝึก ทักษะ	4	5	4	13	4.33
3.7	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 5 ชั้นนำ ความรู้ไปใช้	5	5	5	15	5.00
3.8	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 6 ชั้น	4	4	5	13	4.33

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	5	5	14	4.67
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	5	5	15	5.00
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	5	5	15	5.00
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	5	4	5	14	4.67
3.3	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 1 ขั้น ทบทวน ความรู้	5	5	4	14	4.67
3.4	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ขั้นสอน เนื้อหาใหม่	5	4	5	14	4.67
3.5	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป	5	5	5	15	5.00
3.6	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ	4	4	4	12	4.00
3.7	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้	5	4	5	14	4.67
3.8	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 6 ขั้น ประเมินผล	4	5	5	14	4.67
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4	4	5	13	4.33
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	5	4	5	14	4.67
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรงกับผล	5	5	4	14	4.67

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
	การเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	5	14	4.67
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัดสามารถวัดได้จริง	4	5	5	14	4.67
	เฉลี่ยรวม	4.50	4.67	4.78	13.94	4.65
ระดับความเหมาะสม						มากที่สุด

ตารางที่ 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. สารสำคัญ						
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	15	5.00
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	5	4	14	4.67
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	5	5	14	4.67
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	13	4.33
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	5	4	14	4.67
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ	5	5	4	14	4.67

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
	เนื้อหาสาระ					
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	15	5.00
3.3	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 1 ขั้น ทบทวน ความรู้	5	5	4	14	4.67
3.4	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 2 ขั้นสอน เนื้อหาใหม่	4	5	5	14	4.67
3.5	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 3 ขั้นสรุป	5	4	5	14	4.67
3.6	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ	4	5	4	13	4.33
3.7	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	15	5.00
3.8	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 6 ขั้น ประเมินผล	4	5	5	14	4.67
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	5	5	5	15	5.00
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของ ผู้เรียน	5	5	5	15	5.00
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรงกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	13	4.33
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	15	5.00
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัดสามารถ วัดได้จริง	4	5	5	14	4.67
	เฉลี่ยรวม	4.61	4.89	4.67	14.17	4.72

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ย ความ เหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		มากที่สุด
ระดับความเหมาะสม						

ตารางที่ 22 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ย ความ เหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. สารสำคัญ						
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	15	5.00
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	5	5	15	5.00
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	5	5	14	4.67
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุม เนื้อหาสาระ	4	5	5	14	4.67
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	5	5	15	5.00
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ เนื้อหาสาระ	5	5	4	14	4.67
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ ระดับชั้นของนักเรียน	5	4	4	13	4.33
3.3	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 1 ชั้น ทบทวน ความรู้	5	5	4	14	4.67
3.4	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 2 ชั้นสอน เนื้อหาใหม่	4	5	5	14	4.67
3.5	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 3 ชั้นสรุป	5	4	5	14	4.67

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
3.6	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ	4	5	5	14	4.67
3.7	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	15	5.00
3.8	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล	4	4	5	13	4.33
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	5	4	4	13	4.33
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	5	5	5	15	5.00
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรงกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	13	4.33
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	4	5	5	14	4.67
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัดสามารถ วัดได้จริง	4	4	4	12	4.00
	เฉลี่ยรวม	4.56	4.72	4.67	13.94	4.65
ระดับความเหมาะสม						มากที่สุด

ตารางที่ 23 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ	ค่าเฉลี่ย
--------	---------------	----------------	-----------

		ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ความ เหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. สารสำคัญ						
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	15	5.00
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	5	5	15	5.00
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	5	5	14	4.67
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	5	5	14	4.67
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	5	5	15	5.00
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	5	5	15	5.00
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	5	4	5	14	4.67
3.3	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 1 ขั้น ทบทวน ความรู้	5	5	5	15	5.00
3.4	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 2 ขั้นสอน เนื้อหาใหม่	4	5	5	14	4.67
3.5	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 3 ขั้นสรุป	5	4	5	14	4.67
3.6	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ	4	5	5	14	4.67
3.7	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	15	5.00
3.8	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 6 ขั้น ประเมินผล	4	4	5	13	4.33
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	5	5	5	15	5.00

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	5	5	5	15	5.00
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรงกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	13	4.33
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	5	14	4.67
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัดสามารถวัดได้จริง	4	4	4	12	4.00
	เฉลี่ยรวม	4.56	4.78	4.89	14.22	4.74
ระดับความเหมาะสม						มากที่สุด

ตารางที่ 24 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ย ความ เหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. สารสำคัญ						
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	15	5.00
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	5	5	15	5.00
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	5	5	14	4.67
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุม เนื้อหาสาระ	4	5	5	14	4.67
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่	5	5	5	15	5.00

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
	ต้องการพัฒนาชัดเจน					
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	5	5	15	5.00
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	5	4	5	14	4.67
3.3	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 1 ขั้น ทบทวน ความรู้	5	5	4	14	4.67
3.4	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ขั้นสอน เนื้อหาใหม่	4	5	4	13	4.33
3.5	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป	5	4	5	14	4.67
3.6	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ	4	5	5	14	4.67
3.7	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้	5	5	4	14	4.67
3.8	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 6 ขั้น ประเมินผล	4	4	4	12	4.00
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4	5	4	13	4.33
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	5	5	5	15	5.00
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรงกับผล การเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	14	4.67
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	15	5.00

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัดสามารถวัดได้จริง	4	4	4	12	4.00
	เฉลี่ยรวม	4.61	4.78	4.61	14.00	4.67
ระดับความเหมาะสม						มากที่สุด

ตารางที่ 25 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. สารสำคัญ						
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	5	14	4.67
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	4	5	14	4.67
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	5	5	14	4.67
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	13	4.33
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	14	4.67
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	5	5	15	5.00
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	5	4	5	14	4.67
3.3	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นที่ 1 ขึ้น ทบทวน ความรู้	4	5	4	13	4.33

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่1	คนที่2	คนที่3		
3.4	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่	4	5	4	13	4.33
3.5	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป	5	5	5	15	5.00
3.6	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ	4	5	5	14	4.67
3.7	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้	5	4	4	13	4.33
3.8	การออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล	4	4	4	12	4.00
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4	4	4	12	4.00
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	5	4	5	14	4.67
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วัดตรงกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	14	4.67
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	5	14	4.67
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้แบบวัดสามารถวัดได้จริง	4	4	4	12	4.00
	เฉลี่ยรวม	4.44	4.50	4.61	13.56	4.52
ระดับความเหมาะสม						มากที่สุด

ตารางที่ 26 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

สถานการณ์ ที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม คะแนน	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	สรุปผล การ ประเมิน
		1	2	3			
1.	การแยกส่วนประกอบ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การย่อยปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การคิดเชิง นามธรรม	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การหารูปแบบ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การออกแบบ ขั้นตอนวิธี	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
2.	การแยกส่วนประกอบ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การย่อยปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การคิดเชิง นามธรรม	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การหารูปแบบ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การออกแบบ ขั้นตอนวิธี	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3.	การแยกส่วนประกอบ	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
	การย่อยปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การคิดเชิง นามธรรม	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การหารูปแบบ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การออกแบบ ขั้นตอนวิธี	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 27 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง
พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ
3 ท่าน

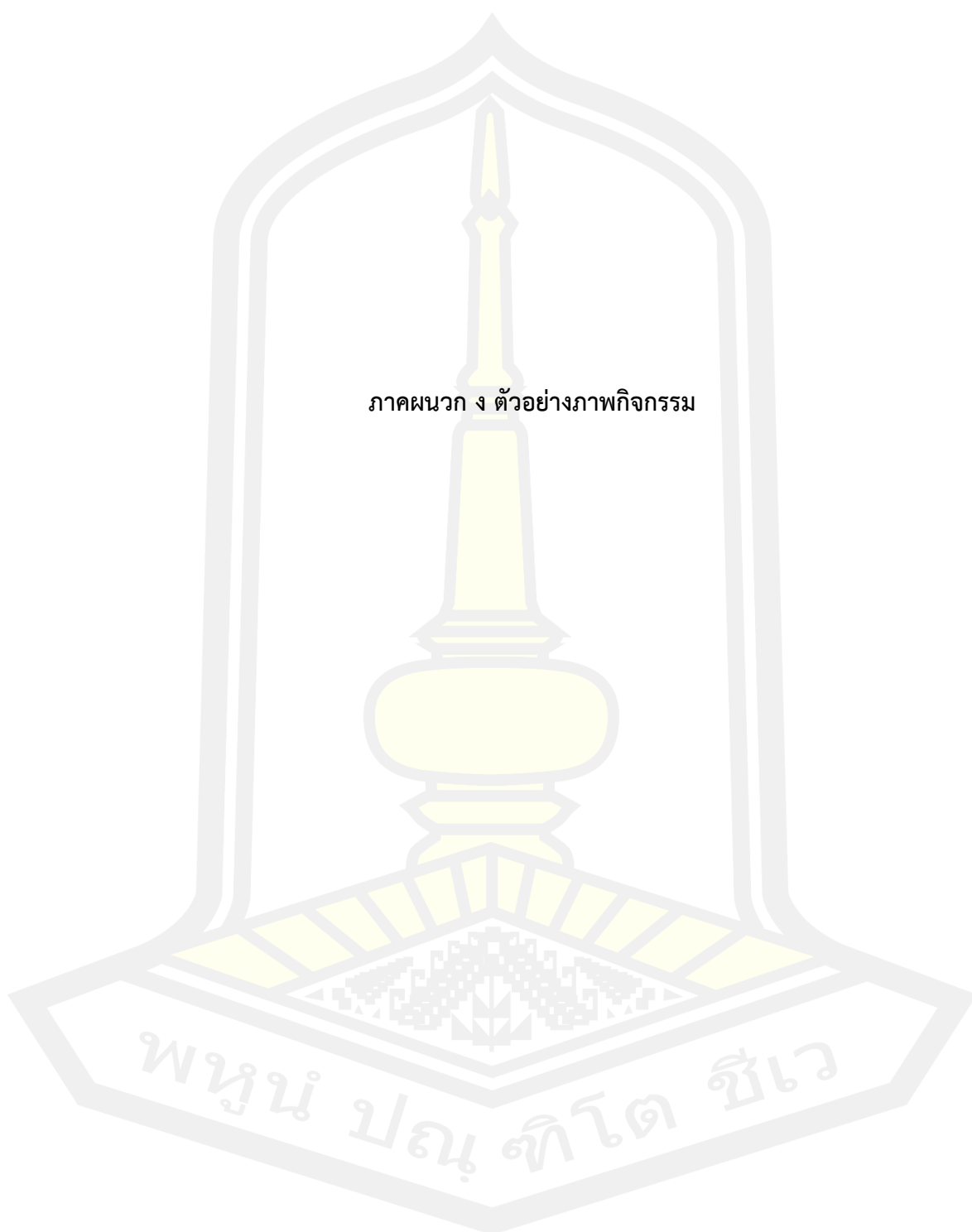
เกณฑ์ ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม คะแนน	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	สรุปผล การ ประเมิน
		1	2	3			
1	การแยกส่วนประกอบ	5	5	4	14	4.67	มากที่สุด
	การย่อยปัญหา	5	5	4	14	4.67	มากที่สุด

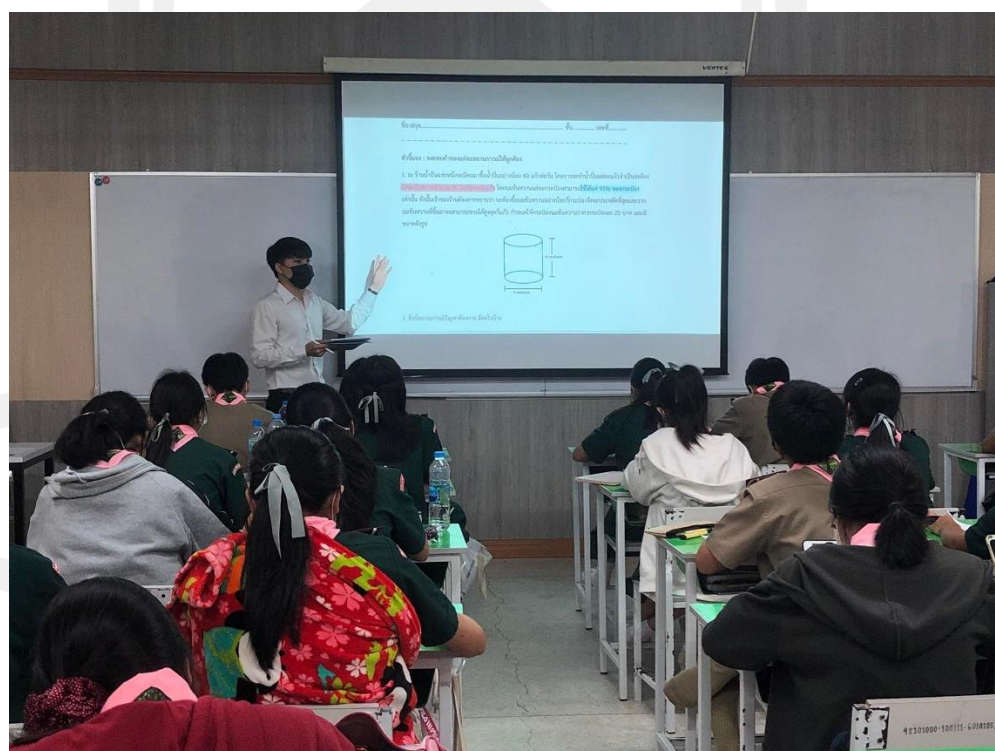
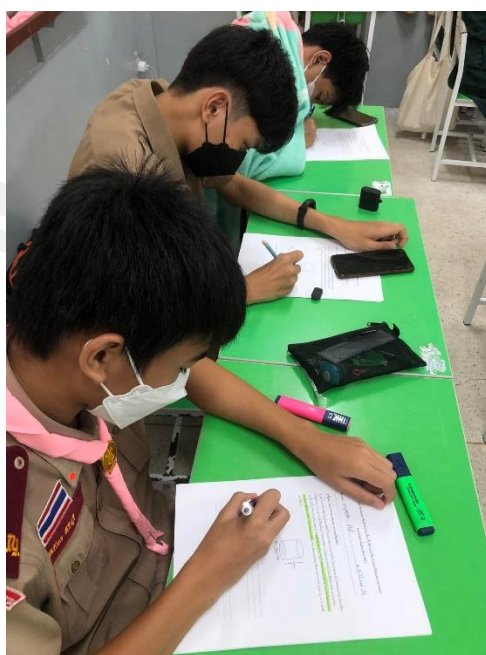
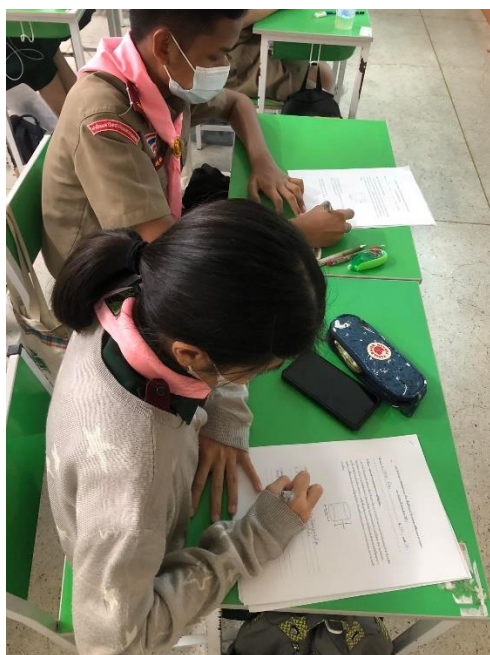
เกณฑ์ ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม คะแนน	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	สรุปผล การ ประเมิน
		1	2	3			
	การคิดเชิงนามธรรม	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
	การหารูปแบบ	4	4	5	13	4.33	มาก
	การออกแบบขั้นตอนวิธี	5	4	4	13	4.33	มาก
2	การแยกส่วนประกอบ	4	4	5	13	4.33	มาก
	การย่อปัญหา	5	5	4	14	4.67	มากที่สุด
	การคิดเชิงนามธรรม	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
	การหารูปแบบ	4	4	4	12	4.00	มาก
	การออกแบบขั้นตอนวิธี	4	5	4	13	4.33	มาก
3	การแยกส่วนประกอบ	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
	การย่อปัญหา	5	5	4	14	4.67	มากที่สุด
	การคิดเชิงนามธรรม	5	5	4	14	4.67	มากที่สุด
	การหารูปแบบ	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
	การออกแบบขั้นตอนวิธี	4	5	4	13	4.33	มาก
เฉลี่ยรวม		4.40	4.40	4.60	13.40	4.47	มาก

ตารางที่ 28 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวมคะแนน	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	สรุปผลการ ประเมิน
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวมคะแนน	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	สรุปผลการ ประเมิน
	1	2	3			
5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
9	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
12	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
13	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
15	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
16	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
17	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
18	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
19	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
20	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
23	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
24	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
25	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
25	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง





ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว2201 วันที่ 9 กันยายน 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน

ด้วย นายพรเทพ เชื้อตาพระ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ม.น. จ.ก. ๖๖.



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว2201 วันที่ 9 กันยายน 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก

ด้วย นายพรเทพ เชื้อตาพระ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนศิรินทร์ สว่างบุญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

มณู ๙๖



ที่ อว 0605.5(2)/ว2201

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

9 กันยายน 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายพนมพงศ์ สุวรรณสิงห์

ด้วย นายพรเทพ เชื้อตาพระ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนศิริพันธ์ สว่างบุญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้อย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0637433754

ม.บ. ๖๖



ที่ อว 0605.5(2)/2202

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

9 กันยายน 2565

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาวจิราวัตร จันทริมา

ด้วย นายพรเทพ เชื้อตาพระ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนศิริพันธ์ สว่างบุญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายพรเทพ เชื้อตาพระ ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

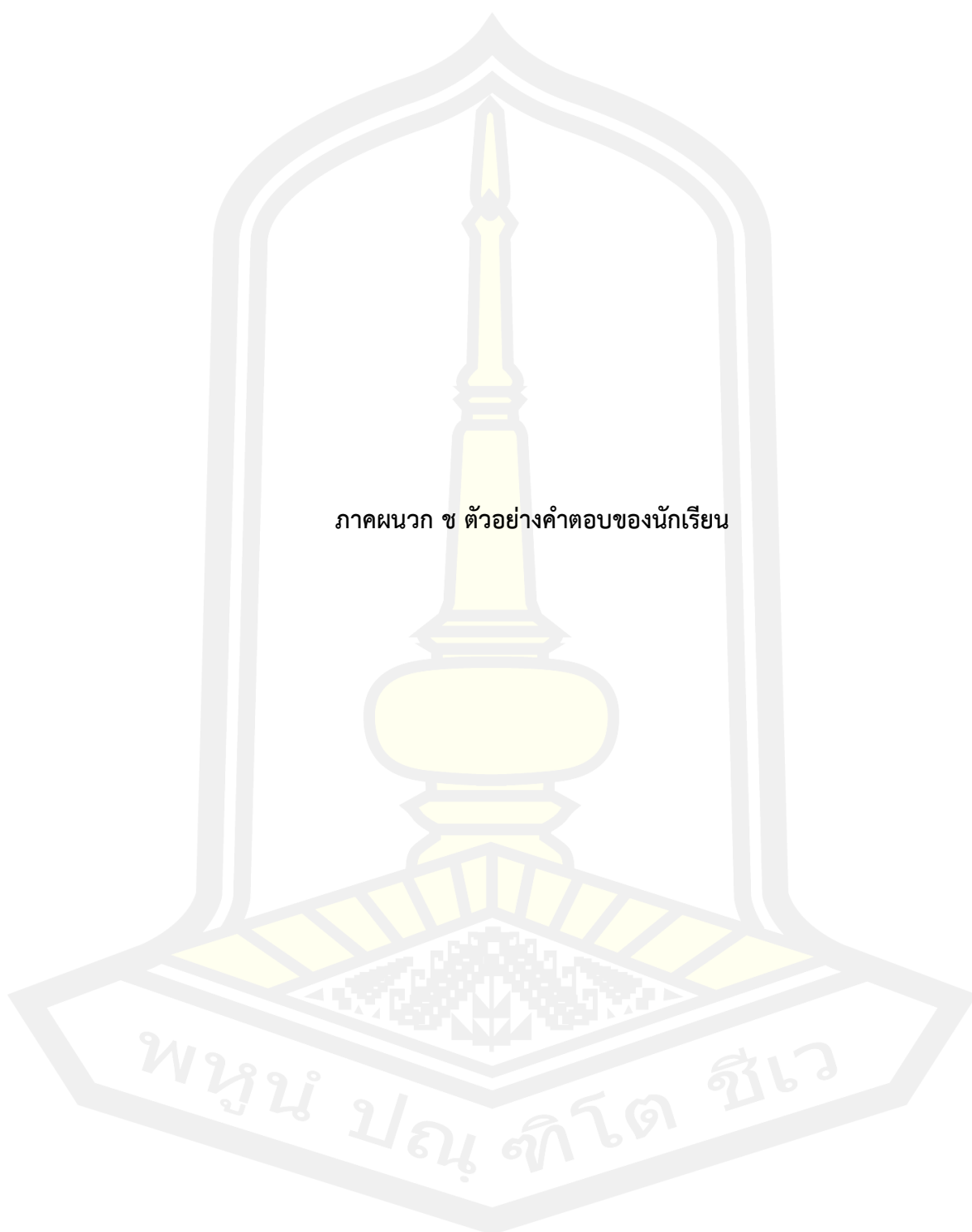
ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0637433754

ม.บ. จ. ๖๖.

ภาคผนวก ข ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน



Emmy!!

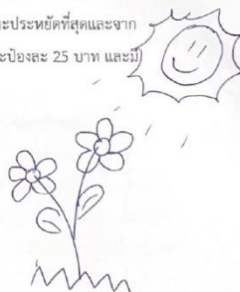
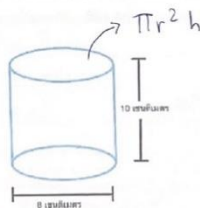
แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก

ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ-สกุล กมลวรรณ บัณฑิตา ชั้น 2/7 เลขที่ 2

คำชี้แจง : จงตอบคำถามของแต่ละสถานการณ์ให้ถูกต้อง

1. ณ ร้านน้ำปั่นแห่งหนึ่งจะมีคนมาซื้อน้ำปั่นอย่างน้อย 60 แก้วต่อวัน โดยการทำน้ำปั่นแต่ละแก้วจำเป็นต้องใส่สม軒หวานจำนวน 40 มิลลิตรต่อแก้ว โดยนม軒หวานแต่ละกระป๋องสามารถใช้ได้แค่ 95% ของกระป๋องเท่านั้น ดังนั้นเจ้าของร้านต้องการทราบว่า จะต้องซื้อนม軒หวานอย่างน้อยกี่กระป๋องจึงจะประหยัดที่สุดและจากนม軒หวานที่ซื้อจะสามารถขายได้สูงสุดกี่แก้ว กำหนดให้กระป๋องนม軒หวานราคากระป๋องละ 25 บาท และมีขนาดดังรูป



1. สิ่งที่สามารถแก้ปัญหาต้องการ มีอะไรบ้าง

สิ่งที่ต้องรู้คือ ปริมาณน้ำหวานต่อแก้ว และ ปริมาณน้ำหวานในกระป๋อง และ จาก

นม軒หวานที่ซื้อ จะสามารถขายได้สูงสุดกี่แก้ว

(3)

2. สิ่งที่สามารถแก้ปัญหาที่กำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

- จากข้อมูลที่ได้ว่ากระป๋องราคา 60 บาท/อัน - ปริมาณน้ำหวาน 40 ml/แก้ว

- นม軒หวาน 6 กระป๋องใช้แล้วจำนวนก็ไม่ได้แค่ 95% ของกระป๋อง

- นม軒หวาน 25 บาท

(3)

ม. ๒

3. ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ มีอะไรบ้าง

• ความรู้เกี่ยวกับปริมาตรกระป๋อง

• สูตรของ ปริมาตรกระป๋อง

• $+$, $-$, $\times$, $\div$, $\sqrt{\quad}$

4. ขั้นตอน/กลยุทธ์ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ มีอะไรบ้าง

1) หาปริมาตรของกระป๋อง

2) หาขนาดพื้นที่ใช้สอย (95%)

3) หาปริมาณน้ำดื่มที่ควรใช้

4) หาจำนวนกระป๋อง

5) หาจำนวนได้สูงสุดกี่แก้ว

5. จงแสดงแนวคิดและวิธีแก้ปัญหา พร้อมหาคำตอบที่ถูกต้อง อย่างละเอียด

20.1.1 = ① หาปริมาตรกระป๋อง $\pi r^2 h$

$$\pi r^2 h = \pi (d^2) (10)$$

$$= 160\pi = 502.4 \text{ cm}^3$$

② หาปริมาณน้ำใช้สอย (95%)

$$= \frac{502.4 \times 95}{100} = 477.28 \text{ cm}^3$$

③ หาปริมาณน้ำดื่มที่ควรใช้/84

$$= 40 \times 60 = 2,400 \text{ ml}$$

④ หาจำนวนกระป๋อง = $2400 \div 477.28 \approx 5.028$ กระป๋อง

= 6 กระป๋อง

⑤ หาแก้วน้ำใช้สอยทั้งหมด = $6 \times 477.28 = 2863.68$

$$\frac{2863.68}{80} = 35.796$$

$\therefore$ คือ 6 กระป๋อง จากได้สูงสุด 35 แก้ว



ม. ๖. ๖. ๖.

2. ณ หมู่บ้านแห่งหนึ่งมีหมอนซิดเป็นสินค้าขึ้นชื่อประจำหมู่บ้าน หมู่บ้านนี้จะต้องส่งออกหมอนซิดจำนวน 300 ใบ ทุกๆสัปดาห์ โดยที่หมู่บ้านนี้จะต้องนำเข้าผ้าและผ้าจากหมู่บ้านข้างๆ ผ้า 1 กระสอบหนัก 10 กิโลกรัม ราคา 50 บาท ผ้าเมตรละ 25 บาท หมู่บ้านจะต้องนำเข้าผ้าและผ้าอย่างน้อยสัปดาห์ละเท่าไรจึงจะเพียงพอต่อการทำหมอนซิด และจะต้องใช้เงินเป็นจำนวนเท่าใดในการนำเข้าผ้าและผ้า กำหนดหมอนซิดมีขนาดดังรูป



1. ลว.รณ. 10 รณ.
(1 ลว.รณ. 10 รณ.)

1. สิ่งที่ต้องการแก้ปัญหาต้องการ มีอะไรบ้าง

หมู่บ้าน จะต้องนำเข้าผ้าและผ้าอย่างน้อยสัปดาห์ละเท่าไรจึงจะเพียงพอต่อการทำหมอนซิด และต้องใช้เงินเท่าใด

3

2. สิ่งที่ต้องการแก้ปัญหาคำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

- ลว.รณ. 300 ใบ ทุกสัปดาห์

- ผ้า 1 กระสอบหนัก 10 กก. ราคา 50 บาท

- ผ้าเมตรละ 25 บาท

3

3. ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง

- ปริมาตร

- เงินที่ซื้อ

3

มณ. ๖๖.

4. ชั้นคอนกรีตที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ มีอะไรบ้าง

๑. งบประมาณ ขอบเขต ๕ ขนาดพื้นที่ที่ต้องใช้

๒. งบประมาณ ขอบเขต

๓. ขนาดพื้นที่ที่ต้องใช้

๔. งบประมาณที่ต้องใช้

3

5. จงแสดงแนวคิดและวิธีแก้ปัญหานี้ พร้อมหาคำตอบที่ถูกต้อง อย่างละเอียด

๑. งบประมาณ ขอบเขต

ขนาด = กว้าง x ยาว

$$= 15 \times 30 \times 10$$

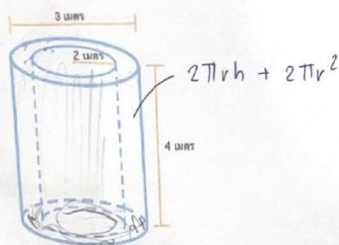
$$= 4500$$

๒. งบประมาณ ขอบเขต

ขนาด = กว้าง x ยาว

1

3. โรงแรมแห่งหนึ่งต้องการติดตั้งแท่งค้ำน้ำบนคาตฟ้าตึก จำนวน 2 แท่งค้ำ เพื่อใช้เป็นน้ำสำรอง โดยจะติดตั้งแท่งค้ำที่มีขนาดดังรูป



มีบริษัทรับทำแท่งค้ำเสนอให้โรงแรม 2 บริษัท ดังนี้

บริษัท A รับทำแท่งค้ำ โดยคิดตามปริมาตรของแท่งค้ำ คิดเป็นลิตร สิตละ 20 บาท แต่จะหาสีตัวแท่งค้ำให้ฟรี (ด้านนอกและด้านใน)

บริษัท B รับทำแท่งค้ำ โดยคิดตามปริมาตรของแท่งค้ำ คิดเป็นลิตร สิตละ 15 บาท แต่คิดค่าหาสีเพิ่มตารางเมตรละ 100 บาท

โรงแรมต้องการทราบว่าควรเลือกบริษัทใดจึงจะประหยัดกว่าและประหยัดกว่ากันเท่าไร

(กำหนด $\pi=3.14$ และ 1 ลูกบาศก์เมตร = 1,000 ลิตร)

1. สิ่งที่ต้องดำเนินการแก้ปัญหาต้องการ มีอะไรบ้าง

วิธีแก้ปัญหาคือการหาพื้นที่ผิวของแท่งค้ำ โดยจะหาพื้นที่ผิวของแท่งค้ำ และพื้นที่ผิวของแท่งค้ำให้ฟรี

2. สิ่งที่ต้องดำเนินการแก้ปัญหาคือหาพื้นที่ผิวของแท่งค้ำ

- บริษัท A คิดค่าสี 20 บาท กว้าง - บริษัท B คิดค่าสี 100 บาท กว้าง

ม. ๖. ๖.

3. ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ มีอะไรบ้าง

- ปริมาตร - ขาพื้นที่ผิว

- $+$, $-$, $\times$, $\div$

(3)

4. ขั้นตอน/กลยุทธ์ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ มีอะไรบ้าง

- หาปริมาตร ขาใน

- หา พท. ผัง ไล่จาก ด้านล่างขึ้นไป "หาใน" ขาใน

- คำนวณ ขาวงนอก จาก ปริมาตร B

(3)

5. จงแสดงแนวคิดและวิธีแก้ปัญห หรือมาหาคำตอบที่ถูกต้อง อย่างละเอียด

So lⁿ ① = หาปริมาตร ขาใน

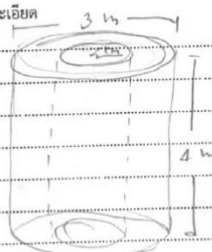
$$= \pi r^2 h$$

$$= \pi \times (2)^2 \times (4)$$

$$= 16\pi$$

② หา พท. ผัง

=



(1)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายพรเทพ เชื้อตาพระ
วันเกิด	07 ธันวาคม 2540
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลนาแก อ.นาแก จ.นครพนม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	690/2 ม.4 ต.นาแก อ.นาแก จ.นครพนม 48130
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร อ. เมือง จ.มุกดาหาร พ.ศ. 2558 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร อ. เมือง จ.มุกดาหาร พ.ศ. 2562 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ) สาขาคณิตศาสตร์ คณะ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2566 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-

พูน ปณ จิต ชีวะ