



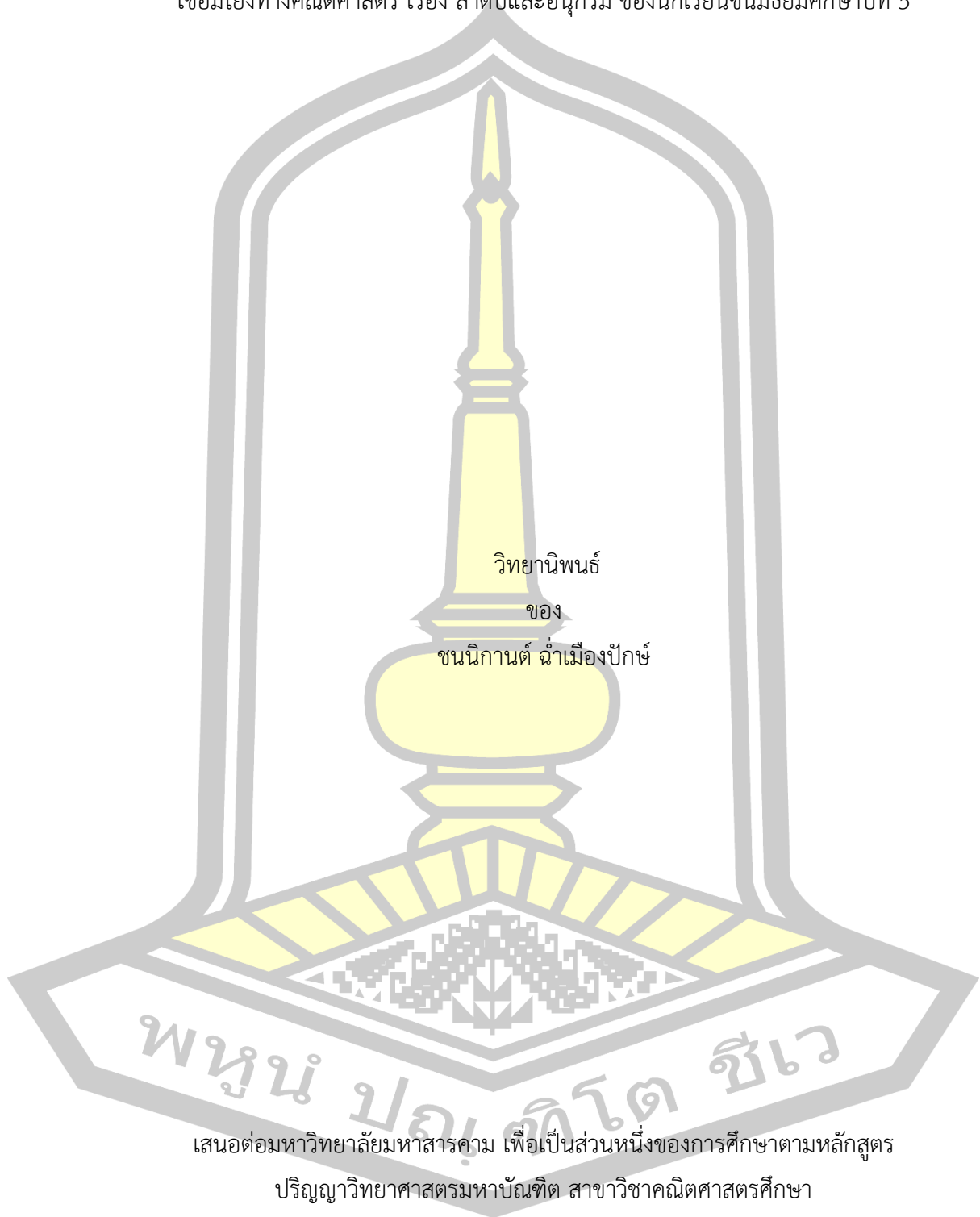
การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการ  
เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์  
ของ  
ชนนิกานต์ ฉ่ำเมืองปักษ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
พฤษภาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการ  
เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



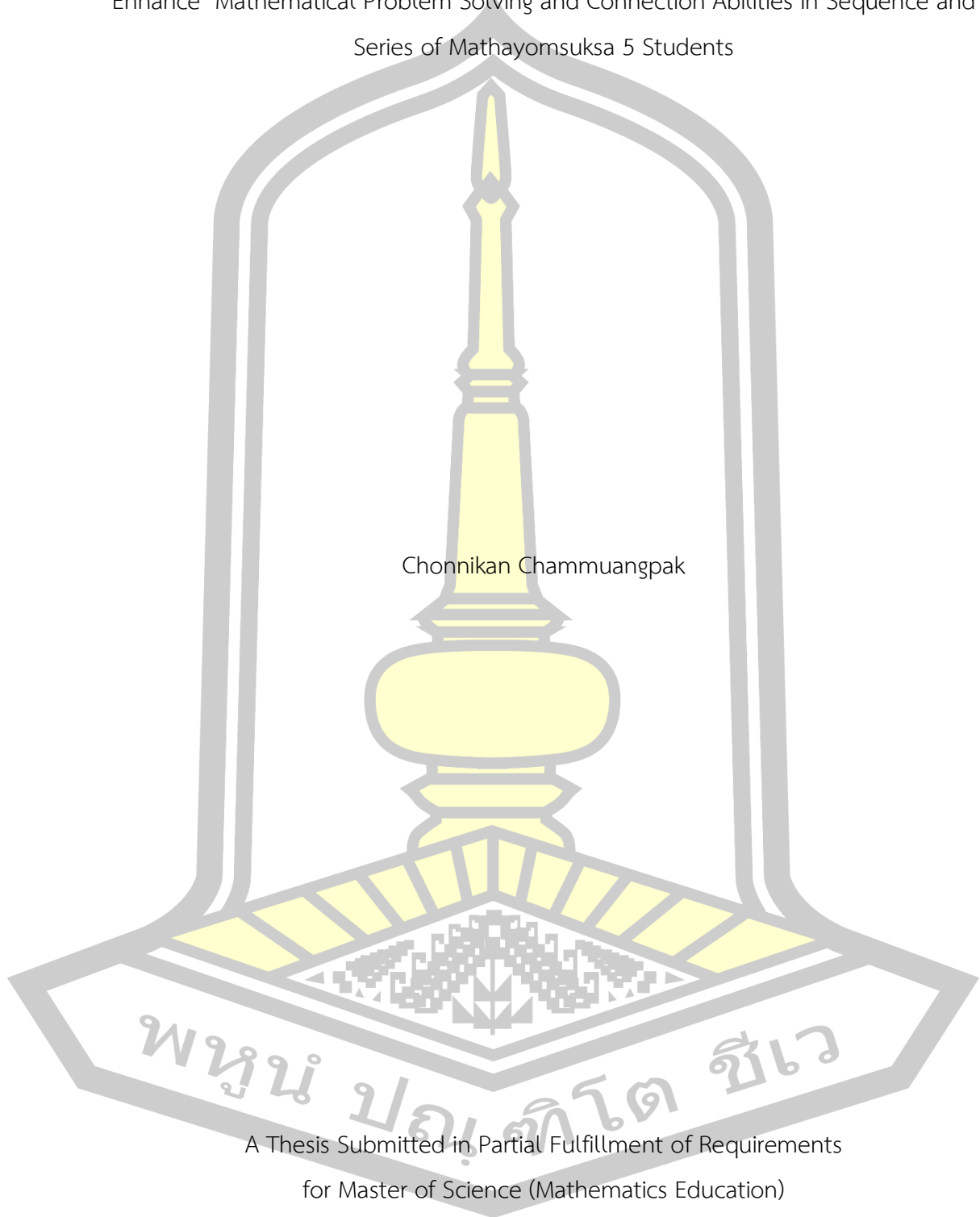
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Learning Management Based on CIPPA Model for  
Enhance Mathematical Problem Solving and Connection Abilities in Sequence and  
Series of Mathayomsuksa 5 Students

Chonnikan Chammuangpak



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

May 2019

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวชนิกานต์ ฉ่ำเมือง  
ปักษ์ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. สุพจน์ สีบุตร )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. นางลักษณ์ วิริยะพงษ์ )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อ. ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์ )

กรรมการ

(ผศ. ดร. มนต์รี ทองมูล )

กรรมการ

(ผศ. ดร. ชวลิต บุญปก )

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหุ อนุ ศึกษ

(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล )

(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		
<b>ผู้วิจัย</b>	ชนนิกานต์ ฉ่ำเมืองปักข์		
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ อาจารย์ ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์		
<b>ปริญญา</b>	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	<b>สาขาวิชา</b>	คณิตศาสตร์ศึกษา
<b>มหาวิทยาลัย</b>	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	<b>ปีที่พิมพ์</b>	2562

### บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา (CIPPA) เป็นรูปแบบหนึ่งที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 4) เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบละความสามารถ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 แผน รวมทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.72 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.76 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการ

ทดสอบสมมติฐานใช้ t – test for one sample และ z-test for population proportion

### ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.78/76.25 เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 75/75

2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.6933 ซึ่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 69.33

3. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยสรุปการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเหมาะสม นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยง เกิดการเรียนรู้และบรรลุผลตามเป้าหมาย ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา, ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

พูน ปณ ทิโต ชีเว

<b>TITLE</b>	The Development of Learning Management Based on CIPPA Model for Enhance Mathematical Problem Solving and Connection Abilities in Sequence and Series of Mathayomsuksa 5 Students		
<b>AUTHOR</b>	Chonnikan Chammuangpak		
<b>ADVISORS</b>	Assistant Professor Nongluk Viriyapong , Ph.D. Monchaya Chiangpradit , Ph.D.		
<b>DEGREE</b>	Master of Science	<b>MAJOR</b>	Mathematics Education
<b>UNIVERSITY</b>	Maharakham University	<b>YEAR</b>	2019

### ABSTRACT

Learning with a CIPPA model is a form that can develop the students to have the ability. to create knowledge for themselves. The curriculum focuses on the learners. The purposes of this research were 1) to develop lesson plans by using CIPPA model of Mathayomsuksa 5 students on the subject of sequence and series which met the 75/75 criteria, 2) to study the effectiveness index of CIPPA model of Mathayomsuksa 5 students on the subject of sequence and series, 3) to compare the ability to solve mathematical problems of Mathayomsuksa 5 students on the subject of sequence and series after learning with the CIPPA model with the set criterion of 70 percent, 4) to compare the ability to mathematical connection of Mathayomsuksa 5 students on the subject of sequence and series after learning with the CIPPA model with the set criterion of 70 percent.

The sample group was Mathayomsuksa 5 students in Toomyaiwittaya school, Kumpang, Buriram, enrolled in semester 2, 2018, selected amount 30 people from 1 class by cluster random sampling. Students in classroom were divided into proficient group, with mixed ability. The instruments used for collecting data were lesson plans by using CIPPA model of Mathayomsuksa 5 students on the subject of sequence and series amount 20 plans including pretest and posttest, achievement test of sequences and series of multiple-choice amount 20 items with reliability of

0.72 and Problem solving ability test and connection in mathematics, sequences and series of 5 questions with reliability of 0.76. Data were analysed by using percentage, mean and standard deviation. The t – test for one sample and z – test for population proportion were used for the hypothesis testing.

The results of the study were as follows:

1. Efficiency of lesson plans which used CIPPA model of Mathayomsuksa 5 students on the subject of sequence and series which the researcher created was 85.78/76.25. Moreover, It was higher than the criterion set at 75/75.

2. The effectiveness Index of CIPPA model of Mathayomsuksa 5 students on the subject of sequence and series was 0.6933 which has learning progress 69.33 percent.

3. The ability to solve mathematical problems on the subject of sequence and series of Mathayomsuksa 5 students was not less than 70 percent of all students which was higher than 70 percent after learning with the CIPPA model, at .05 level of significance.

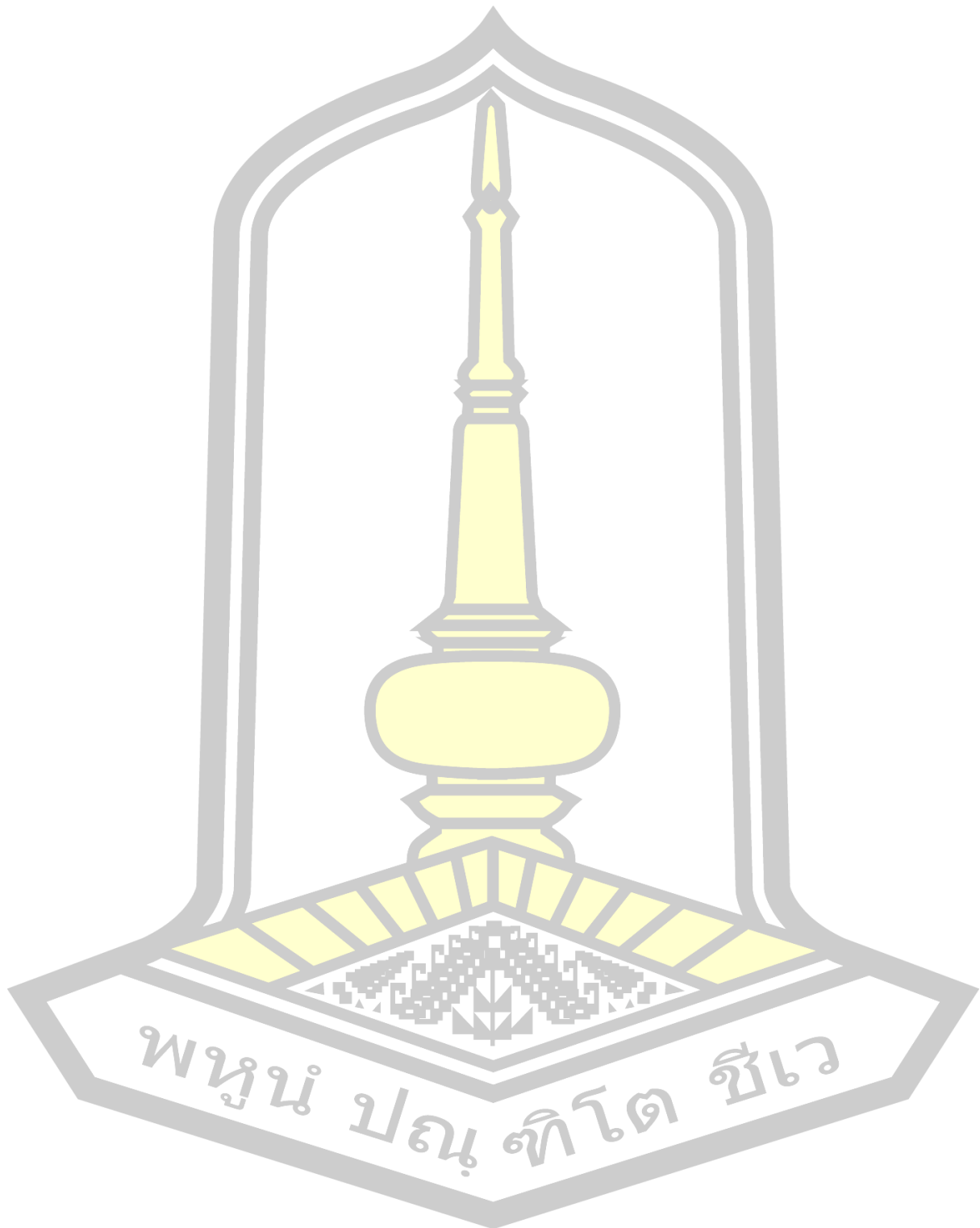
4. The ability to solve mathematical connection on the subject of sequence and series of Mathayomsuksa 5 students not less than 70 percent of all students is higher than 70 percent after learning with the CIPPA model, at .05 level of significance.

In conclusion, learning with the CIPPA model is efficient and effective manner. Students have the ability to solve problems and the ability to link in mathematics, Can be applied in teaching to make the students what the problem solving skills and skills connect, It's make to learning and achieve the target effectively.

Keyword : CIPPA model, ability to solve mathematical problems, ability to solve



mathematical connection



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จและสมบูรณ์ได้ด้วยความเมตตากรุณาและได้รับความช่วยเหลือและแนะนำความรู้อันมีค่าอย่างยิ่งตลอดการทำวิทยานิพนธ์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ อาจารย์ ดร.มนชยา เจียงประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ สีบุตร ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต บุญปก กรรมการสอบ ที่ได้เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือแนะนำ ให้คำปรึกษา ชี้แนะ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ดร.ภานุวัชร ปุระณะศิริ นางสาวพจนา เบญจมาศ นายอัครณัฐ บุญมะยา และนางสาวทัศนีย์ เวียงวิเศษ ผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ท้ายเรือคำ ผู้ให้ความรู้ ให้คำแนะนำเกี่ยวกับทักษะ และวิธีการในการดำเนินการวิจัย ให้ความช่วยเหลือและแนะนำแนวทางการศึกษาค้นคว้า และคอยเป็นกำลังใจให้กับศิษย์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร คณะครูและนักเรียนโรงเรียนตูมใหญ่วิทยา จังหวัดบุรีรัมย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อทิพยา ฉ่ำเมืองปักข์ คุณแม่พุทธชาติ ฉ่ำเมืองปักข์ นายชัยวัฒน์ ไพรบึง ตลอดจนญาติพี่น้องและเพื่อนๆ ที่ให้ความรักความห่วงใย ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ สนับสนุนกำลังใจ ทรัพย์และกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

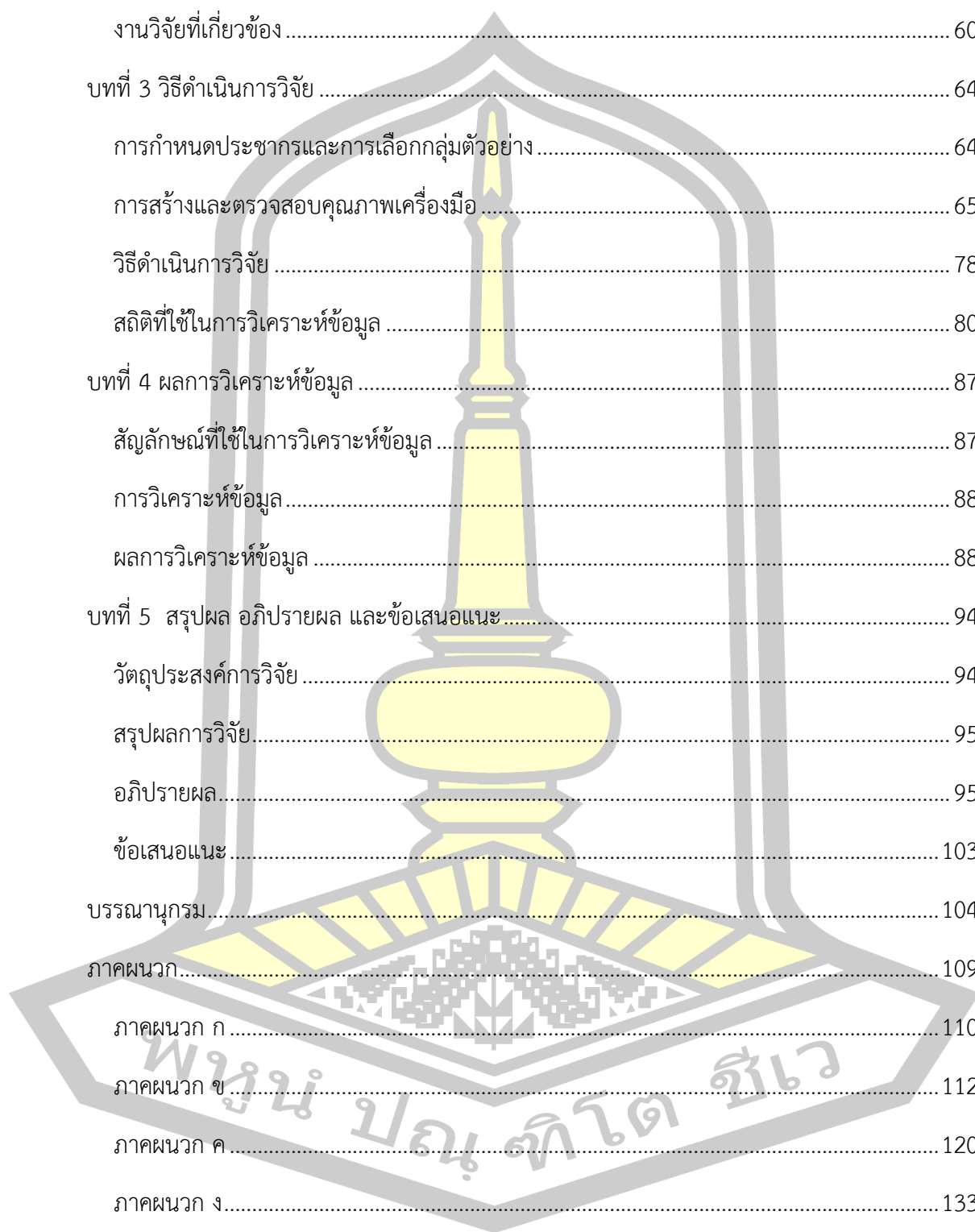
คุณค่าและประโยชน์ทั้งหลายของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา บูรพาจารย์ ญาติสนิทมิตรสหายและผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้ความรู้ ความรัก ความเมตตา และสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

ชนนิกันต์ ฉ่ำเมืองปักข์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฌ
สารบัญ.....	ญ
บัญชีตาราง.....	ฎ
บัญชีภาพประกอบ.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4
สมมติฐานของงานวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดงานวิจัย.....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
สาระสำคัญกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	12
ประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้.....	17
ดัชนีประสิทธิผล.....	19
การจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา.....	21
ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	31

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	53
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	60
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	64
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง .....	64
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ .....	65
วิธีดำเนินการวิจัย .....	78
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	80
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	87
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	87
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	88
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	88
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	94
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	94
สรุปผลการวิจัย .....	95
อภิปรายผล .....	95
ข้อเสนอแนะ .....	103
บรรณานุกรม .....	104
ภาคผนวก .....	109
ภาคผนวก ก .....	110
ภาคผนวก ข .....	112
ภาคผนวก ค .....	120
ภาคผนวก ง .....	133
ภาคผนวก จ .....	150
ประวัติผู้เขียน .....	200



## บัญชีตาราง

	หน้า
ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม .....	48
ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม .....	48
ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม .....	49
ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน .....	50
ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ .....	51
ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน .....	52
ตาราง 7 เกณฑ์การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	57
ตาราง 8 เกณฑ์การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	57
ตาราง 9 เกณฑ์การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	58
ตาราง 10 เกณฑ์การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	59
ตาราง 11 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลา ตามโครงสร้างรายวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม .....	66
ตาราง 12 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และเวลา .....	68
ตาราง 13 การวิเคราะห์ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	71
ตาราง 14 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม .....	74
ตาราง 15 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ .....	76
ตาราง 16 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	77
ตาราง 17 แบบแผนการวิจัย .....	78
ตาราง 18 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและ อนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	89

ตาราง 19 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	91
ตาราง 20 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม	91
ตาราง 21 การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม.	92
ตาราง 22 แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	92
ตาราง 23 แสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	93
ตาราง 24 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม..	121
ตาราง 25 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	123
ตาราง 26 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม .....	125
ตาราง 27 วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett Method) กำหนดคะแนน C (70% ของคะแนนเต็ม) .....	127
ตาราง 28 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	129
ตาราง 29 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	130
ตาราง 30 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	131
ตาราง 31 คะแนนทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	134
ตาราง 32 คะแนนทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน – หลังเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา .....	136

ตาราง 33 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	138
ตาราง 34 คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังจากผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	141
ตาราง 35 แสดงคะแนนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา.....	144
ตาราง 36 แสดงคะแนนทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา.....	147



## บัญชีภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแบบซิปปา .....	26
ภาพประกอบ 2 แนวดำเนินกิจกรรมของครูผู้สอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด	30
ภาพประกอบ 3 กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2550).....	33
ภาพประกอบ 4 กระบวนการแก้ปัญหา (คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2556) .....	38
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างใบกิจกรรม แสดงการแก้ปัญหาที่มีข้อผิดพลาด เรื่อง ลำดับเรขาคณิต .....	98
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างใบกิจกรรม แสดงการแก้ปัญหาที่ถูกต้องสมบูรณ์ เรื่อง ลำดับเรขาคณิต....	99
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างข้อสอบ แสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	101
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างข้อสอบ แสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	102





# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นพระประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษา ต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 22 ได้ระบุไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยยึดหลักว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคน มีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และพัฒนาทางสมองเน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้ และคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ การปรับตัวเข้าสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืนได้นั้น คนไทยควรได้รับการศึกษาอย่างมีคุณภาพ และต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมอง และพหุปัญญาโดยสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ถือเป็นหนึ่งในแปดของกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้งหมด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า

วิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาประเทศต่อไป เนื่องจากการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน และอนาคต ล้วนแล้วแต่มีความรู้คณิตศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบและความสัมพันธ์เพื่อให้ได้ข้อสรุป และการนำไปใช้ประโยชน์ เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่สามารถใช้เพื่อการสื่อสาร การสื่อความหมาย และใช้เพื่อถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ ได้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีการกำหนดกรอบสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดตามชั้นปี เพื่อเป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 4 สาระ คือ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น และสาระที่ 4 แคลคูลัส จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิด วิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร และการร่วมมือ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ดังนั้น สถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

นับจากอดีตจนถึงปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรมและเนื้อหาบางตอนก็ยากที่จะอธิบายให้เด็กเข้าใจ ต้องใช้ความคิดอย่างสมเหตุสมผล จึงจะเรียนรู้ และเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ได้ ลักษณะของครูที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังคงเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นเนื้อหาและยึดครูเป็นศูนย์กลาง การเรียนคณิตศาสตร์เป็นการเรียนรู้เนื้อหาในแบบเรียนซึ่งประกอบด้วยมโนมติและวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มีครูเป็นผู้ถ่ายทอดและฝึกการคิด กิจกรรมในการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะมีครูเป็นผู้บอก อธิบาย ยกตัวอย่างและแสดงวิธีการดำเนินการให้นักเรียนดูเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนมีส่วนร่วมน้อย นักเรียนขาดโอกาสในการคิด การให้เหตุผล และทำให้นักเรียนไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ (จรรยา ภูอุดม, 2544) และจากการสัมภาษณ์ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (สัมภาษณ์, 5 พฤศจิกายน 2560) ผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม ผลจากการสัมภาษณ์พบว่า ผลการสอบเก็บคะแนนของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับและอนุกรม และคะแนนสอบกลางภาคของรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2560 นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนสอบต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของโรงเรียน คือ ร้อยละ 60 เนื่องจาก แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย ซึ่งจาก

การตรวจการทำข้อสอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการหรือขั้นตอนในการหาคำตอบได้ ในการแก้ปัญหาปัจจุบันพบว่า ผู้เรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ คือผู้เรียนไม่รู้จักวิธีคิด ไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นแก้โจทย์ปัญหานั้นอย่างไร อ่านโจทย์แล้วไม่เข้าใจว่าจะดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร เช่น อนุรัักษ์ เร่งรัด (อนุรัักษ์ เร่งรัด, 2557) ได้มีการศึกษาการพัฒนาแบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 1 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาล้างเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ดังนั้น ครูจึงควรพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิธีการแก้ปัญหา เน้นให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหา และสามารถแก้ปัญหาล้างเรียนได้ และด้วยนโยบายทางการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนได้จัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ STEM ครูผู้สอนควรเน้นการจัดการเรียนการสอนให้มีการประยุกต์เนื้อหาบทเรียนกับชีวิตจริงได้ ผู้วิจัยจึงเลือกเนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรม มาใช้ในการทำวิจัย ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต ความหมายของอนุกรม อนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สามารถสร้างโจทย์ปัญหาเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้

การจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา (CIPPA) ก็เป็นรูปแบบหนึ่งที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีหลัก 5 ประการ คือ 1.) การให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง 2.) การให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน 3.) การให้ผู้เรียนมีบทบาทและส่วนร่วมในการเรียนรู้ให้มากที่สุด 4.) การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการ และ 5.) การให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (ทิตนา แคมมณี, 2545) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบซิปปาเป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ภายใต้การทำงานของกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบในบทเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกับการแก้ปัญหาย่างเป็นระบบ มีเหตุผล นำมาซึ่งการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชัชวาล บัวริคาน (2559) ด้วยเหตุเหล่านี้การจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา จึงน่าจะเป็นรูปแบบการสอนที่เหมาะสมรูปแบบหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาหลักการและงานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีความต้องการที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้อาณาณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้และให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมที่จะใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปากับเกณฑ์ร้อยละ 70
4. เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปากับเกณฑ์ร้อยละ 70

### สมมติฐานของงานวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

### ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

และเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์และรายวิชาอื่นที่จะนำไปใช้ เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

## ขอบเขตของการวิจัย

### ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 116 คน จาก 4 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถทางการเรียน

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

### ขอบเขตทางด้านตัวแปร

#### ตัวแปรอิสระ

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา

#### ตัวแปรตาม

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

### ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ลำดับและอนุกรม ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อยจำนวน 18 คาบ ดังนี้

- เรื่อง ลำดับเลขคณิต	5	คาบ
- เรื่อง ลำดับเรขาคณิต	3	คาบ
- เรื่อง ความหมายของอนุกรม	2	คาบ
- เรื่อง อนุกรมเลขคณิต	4	คาบ
- เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต	4	คาบ



### ขอบเขตด้านระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลาในการทำวิจัย 20 คาบ ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนการสอน 18 คาบ และทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2 คาบ โดยผู้วิจัยสอนด้วยตนเอง

### นิยามศัพท์เฉพาะ

**การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา** หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนอย่างแท้จริง โดยการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยความร่วมมือจากกลุ่ม นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ โดยประกอบด้วยขั้นการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นตอนการดึงความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของตน ด้วยวิธีถามตอบ หรือใช้สถานการณ์ เพื่อให้หาคำตอบของสถานการณ์

ขั้นที่ 2 การแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลความรู้ใหม่จากเอกสารแนะแนวทางที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 3 การศึกษาทำความเข้าใจ/ ความรู้ใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจความรู้ใหม่ที่ได้มา และใช้ความรู้เดิมมาช่วยสร้างข้อสรุปความรู้ใหม่ที่ศึกษาด้วยตนเอง และเป็นขั้นตอนตรวจสอบความเข้าใจในความรู้ของผู้เรียนโดยการให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้มาใช้แก้ปัญหา ในสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่ผู้สอนกำหนดให้ โดยการใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแผน 4) ขั้นสรุปคำตอบในการแก้ปัญหาสถานการณ์นั้น ๆ

ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม เป็นขั้นที่ผู้เรียนอาศัยกลุ่มเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง รวมทั้งขยายความรู้ความเข้าใจของตนให้กว้างขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้แบ่งปันความรู้ความเข้าใจของตนแก่ผู้อื่น และได้รับประโยชน์จากความรู้ ความเข้าใจของผู้อื่นไปพร้อม ๆ กัน โดยมีผู้สอนคอยสังเกตการณ์และให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 5 การสรุปจัดระเบียบความรู้ เป็นขั้นตอนการสรุปความรู้ทั้งหมดที่ได้รับของผู้เรียนและจัดสิ่งที่ได้เรียนรู้ให้เป็นระบบระเบียบ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ง่าย และในขั้นตอนนี้

ผู้สอนได้ให้เป็นขั้นสรุปบทเรียน โดยผู้สอนให้ผู้เรียนเป็นผู้สรุปบทเรียนร่วม โดยมีผู้สอนเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 6 การปฏิบัติ และ/หรือ แสดงผลงาน เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนได้ลงมือในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้น คือ ประกอบด้วย 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแผน 4) ขั้นสรุปคำตอบ และขั้นนี้เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานการสร้างความรู้ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำเพิ่มเติม

ขั้นที่ 7 การประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นขั้นของการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน การนำความรู้ความเข้าใจของตนไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความชำนาญ ความเข้าใจ โดยการใช้รูปแบบการทำกิจกรรมในการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง โดยผู้สอนจะเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาและเป็นผู้คอยให้คำแนะนำเมื่อผู้เรียนแก้ปัญหาผิด

**ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง เป็นทักษะและกระบวนการที่แสดงวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ โดยมีความเข้าใจในปัญหา สามารถวางแผนในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งสามารถเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ มาเป็นเครื่องมือในการหาคำตอบของปัญหาได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับปัญหา มีการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ/ขั้นตอน และมีการสรุปคำตอบของปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งในขั้นตอนการแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มา โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และโจทย์ต้องการถามอะไร
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ปัญหา กำหนดให้กับข้อมูลที่ต้องการหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหาและเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่สามารถนำมาใช้อย่างเหมาะสมกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ เป็นขั้นตอนการดำเนินการตามวิธีที่ได้เลือกไว้ จนกระทั่งได้คำตอบสำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณขั้นนี้เป็นขั้นที่ลงมือคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบตามวิธีการทางคณิตศาสตร์
4. ขั้นสรุปคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นอธิบายผลการแก้ปัญหาหรือสรุปผลการแก้ปัญหาจากกระบวนการแก้ปัญหาของตน

โดยสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

**ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ทักษะในการนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ และนำไปสู่การอธิบายข้อสรุป ได้อย่างถูกต้อง โดยสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

**เกณฑ์** หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ที่ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนน เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ โดยผู้วิจัยกำหนดผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนรวมซึ่ง ปรับปรุงมาจากเกณฑ์ การตัดสินผลการเรียนรู้ ของเอกสาร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน, 2551, 18) ดังนี้

- 80 – 100 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม
- 75 – 79 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดีมาก
- 70 – 74 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดี
- 65 – 69 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ค่อนข้างดี
- 60 – 64 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ปานกลาง
- 55 – 59 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ พอใช้
- 50 – 54 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
- 0 – 49 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์

หากจะกล่าวได้ว่า ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 หมายความว่า ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ

70 คะแนน



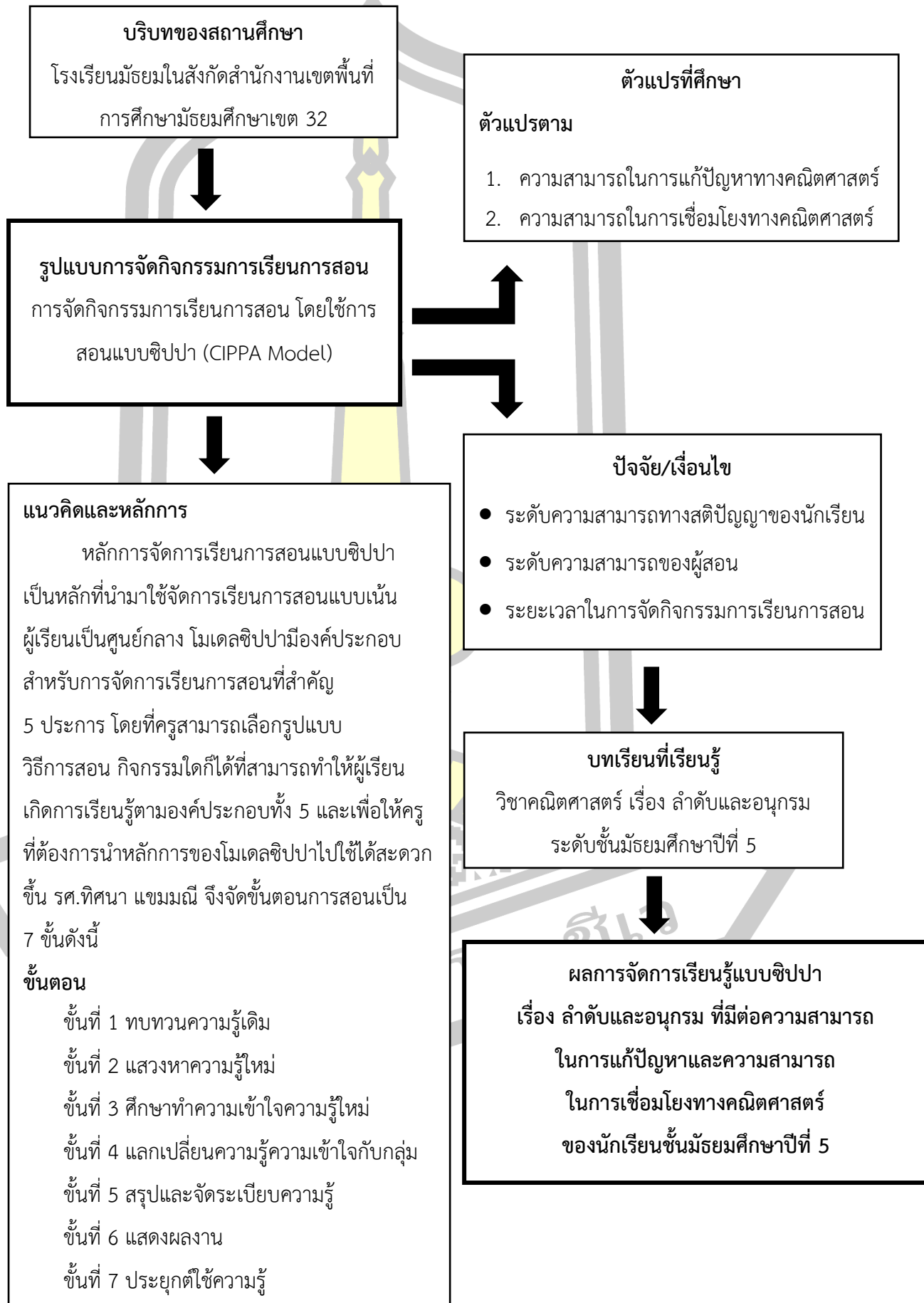
**ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้** หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบชิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 75/75 ดังนี้

75 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน การทำใบกิจกรรม และการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบชิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

75 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการประเมินการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบชิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

**ดัชนีประสิทธิผล (E.I)** หมายถึง ค่าที่แสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนตามกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปปา ที่วัดได้จากคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนทดสอบก่อนเรียน กับคะแนนทดสอบหลังเรียน และคะแนนเต็มหรือคะแนนสูงสุด กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน

## กรอบแนวคิดงานวิจัย



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. สารระสำคัญกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้
3. ดัชนีประสิทธิผล
4. การจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา
  - 4.1 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา
  - 4.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา
  - 4.3 หลักการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา
  - 4.4 ลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบซิปปา
  - 4.5 บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา
5. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 5.1 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 5.2 กระบวนการขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 5.3 ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 5.4 แนวทางการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 5.5 การวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
6. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 6.1 ความหมายและประเภทของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 6.2 การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 6.3 การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## สาระสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

### 1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้

จำนวนและการดำเนินการ : ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด : ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

เรขาคณิต : รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

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

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น : การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น

ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

## 1.2 ขอบข่ายเนื้อหาและโครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ประกอบด้วย เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สาระที่เป็นองค์ความรู้ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วยสาระหลัก 6 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับสาระการเรียนรู้ที่เป็นองค์ความรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับนักเรียน เมื่อจบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีดังนี้

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

1. ระบุหรือยกตัวอย่างและเปรียบเทียบจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม

2. เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และเขียนแสดงจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (Scientific Notation)

มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

1. บวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม และนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหาร ของจำนวนเต็ม

2. บวก ลบ คูณ หารเศษส่วนและทศนิยมและนำไปใช้แก้ปัญหาตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของเศษส่วนและทศนิยม

3. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม

4. คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

1. ใช้การประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงใช้ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณ

มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

1. ความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 2 : การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดสิ่งของที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

1. สร้างและบอกขั้นตอนการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต

2. สร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต และบอกขั้นตอนการสร้างโดยไม่เน้นการพิสูจน์

3. สืบเสาะ สังเกต และคาดการณ์เกี่ยวกับสมบัติทางเรขาคณิต

4. อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพที่กำหนดให้

5. ระบุภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า (Front View) ด้านข้าง (Side View) หรือด้านบน (Top View) ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้

6. วาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้

มาตรฐาน ค 3.2 : ใช้การนึ่งภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 : เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

1. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

1. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่าย
2. เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหาอย่างง่าย
3. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ
4. เขียนกราฟบนระนาบในระบบพิกัดฉากแสดงความเกี่ยวข้องของปริมาณสองชุดที่กำหนดให้
5. อ่านและแปลความหมายของกราฟบนระนาบในระบบพิกัดฉากที่กำหนดให้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 : เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

1. อธิบายได้ว่าเหตุการณ์ที่กำหนดให้ เหตุการณ์ใดจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้มากกว่ากัน

มาตรฐาน ค 5.3 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 : ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์



1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
2. ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ
6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### 2.3 คุณภาพผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้
2. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้
3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอกกรวยและทรงกลมได้
4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้
5. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ



6. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหาและสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

7. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อความเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูล โดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### ประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้มีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach) และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) ทั้งสองวิธีนี้ ควรทำควบคู่กันจึงจะมั่นใจว่าสื่อหรือเทคโนโลยีการเรียนที่ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพจะเป็นที่ยอมรับได้ควรมีรายละเอียด (เผชญิกิจระการ, 2544) ดังนี้

วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้ และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของสื่อการเรียนการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ (Panel of Experts) เป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่า ซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ (Usability) ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะนำมาหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร

$$CVR = \frac{2N_e}{N} - 1$$

เมื่อ	CVR	แทน	ประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach)
	$N_e$	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับ (Number of Panelists who Had)
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด (Total number of Panelists)

ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินสื่อการเรียนการสอนตามแบบประเมินที่สร้างขึ้นในลักษณะของแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) นิยมใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนไปแทนค่าในสูตร สำหรับค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับได้จะต้องอยู่ในระดับมากขึ้นไป คือ ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50-5.00 ค่าคำนวณได้ต้องสูงกว่าค่าที่ปรากฏในตารางตามจำนวนผู้เชี่ยวชาญ จึงจะยอมรับว่าสื่อมีประสิทธิภาพถ้าได้ค่าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงแก้ไขสื่อและไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใหม่

วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนโปรแกรมชุดการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ เป็นต้น

ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ประสิทธิภาพที่วัด ส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการเรียนระหว่างเรียน หรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงค่าเป็น 2 ตัว เช่น  $E_1/E_2 = 90/90$  เป็นต้น เกณฑ์ประสิทธิภาพ  $E_1/E_2 = 80/80$  มีความหมายแตกต่างกัน หลายลักษณะ ในกรณีนี้จะยกตัวอย่าง  $E_1/E_2 = 80/80$

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก  $E_1$  คือ นักเรียนทั้งหมด ทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง  $E_2$  คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก  $E_1$  คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง  $E_2$  คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 เลข 80 ตัวแรก  $E_1$  คือจำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง  $E_2$  คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน โดยเทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนเรียน

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก  $E_1$  คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง  $E_2$  คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อใดถูก มีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าไม่มีสื่อประสิทธิภาพ และชี้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีความบกพร่อง)

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้ความหมายในลักษณะที่ 1 คือเกณฑ์ 75/75 ตัวเลข 75 ตัวแรก  $E_1$  คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบย่อยและผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ทุกคน ส่วนตัวเลข 75 ตัวหลัง  $E_2$  นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

### ดัชนีประสิทธิผล

ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) หมายถึง ตัวเลขที่แสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน และคะแนนเต็ม หรือคะแนนสูงสุด กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนเมื่อมีการประเมินสื่อการสอนที่ผลิตขึ้นมาเรามักจะดูประสิทธิผลทางการสอนและการวัดประเมินผลทางสื่ออื่นนั้น ตามปกติแล้วจะเป็นการประเมินความแตกต่างของค่าคะแนนใน 2 ลักษณะ คือ ความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียน และคะแนนการทดสอบหลังเรียน หรือการทดสอบเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (สังคม ภูมิพันธ์, ม.ม.ป.) ในการปฏิบัติส่วนมากจะเน้น ที่ผลความแตกต่างแท้จริงมากกว่าผลของความแตกต่างทางสถิติ แต่ในบางกรณีการเปรียบเทียบเพียง 2 ลักษณะก็อาจจะยังไม่เป็นการเพียงพอแผนการเรียนหรือสื่อที่สร้างขึ้น ยังมีคุณภาพในแง่มุมอื่นอีกหรือไม่ ก็สามารถพิจารณาได้โดยดูพัฒนาการของนักเรียน คือพิจารณาว่าก่อนและหลังการเรียนเรื่องใด ๆ นักเรียนได้พัฒนาหรือรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่หรือเพิ่มขึ้นซึ่งอาจพิจารณาได้จากการคำนวณหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) (เผชัญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี, 2545) มีสูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

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

เมื่อ  $P_1$  แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน

$P_2$  แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน

Total แทน ผลคูณของนักเรียนกับคะแนนเต็ม

ข้อสังเกตบางประการของ E.I.

1. E.I. เป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่างจะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนค่าต่ำสุด ไม่สามารถกำหนดได้เพราะมีค่าต่ำกว่า -1 ก็ได้ และถ้าเป็นค่าลบ แสดงว่าคะแนนผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ซึ่งหมายความว่าระบบการเรียนการสอนหรือสื่อที่ใช้ไม่มีคุณภาพ

2. ถ้าผลสอบก่อนเรียนของนักเรียนทุกคน ได้คะแนนรวมเท่าไรก็ได้ (ยกเว้นคะแนนเต็มทุกคน) แต่ผลสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนทาถูกหมดทุกข้อ (ได้คะแนนเต็มทุกคน) ค่าของ E.I. จะเป็น 1

3. ถ้าผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียนค่า E.I. จะเป็นลบซึ่งต่ำกว่า -1 ก็ได้ลักษณะเช่นนี้ ถือว่าระบบการเรียนการสอนหลังเรียนใช้สื่อล้มเหลวและเหตุการณ์เช่นนี้ ไม่น่าจะเกิดขึ้น เพราะ E.I. ต่ำหรือเป็นลบ แสดงว่าคะแนนสอบหลังสอนต่ำหรือคะแนนสอบก่อนสอน และก่อนจะหาค่า E.I. ต้องหาค่า  $E_1/E_2$  มาก่อนหาค่า  $E_2$  คือ คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจะเป็นค่าเดียวกันกับคะแนนหลังเรียนของการหาค่า E.I. ดังนั้น หากคะแนนหลังสอนต่ำ หรือมากกว่าคะแนนก่อนสอนค่า  $E_2$  จะไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด

4. การแปลความหมายของ E.I. ไม่น่าจะแปลความหมายเฉพาะค่าที่คำนวณได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาการขึ้นอย่างไร หรือคิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรดูข้อมูลเดิมประกอบด้วยว่า หลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังสอนเพิ่มขึ้นน้อย เป็นเพราะว่ากลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมากอยู่แล้ว ซึ่งไม่ใช่เรื่องเสียหาย สรุปได้ว่าค่า E.I. เกิดขึ้นจากนักเรียนแต่ละกลุ่มไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกัน เพราะไม่ได้เริ่มจากรากฐานความรู้ที่เท่ากันค่า E.I. ของแต่ละกลุ่มก็ควรอธิบายพัฒนาการเฉพาะกลุ่มเท่านั้น

5. การแปลผล ผลการ E.I. มีค่าเท่ากับ 0.6240 มักจะกล่าวว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6240 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40” ซึ่งในความเป็นจริงค่า E.I. เท่ากับ 0.6240 เพราะคิดเทียบกับค่า E.I. สูงสุดเป็น 1 ดังนั้นถ้าคิดเปรียบเทียบเป็นร้อยละ ก็คือ คิดเทียบค่าสูงสุดเป็น 100 E.I. จะมีค่า 62.40 จึงควรใช้ข้อความว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6240 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6240 หรือคิดเป็นร้อยละ 62.40” (ไม่ใช่แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40)

## การจัดการเรียนการสอนแบบชิปปา

### 4.1 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบชิปปา

ทิสนา แชมมณี (2542) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบชิปปา (CIPPA MODEL) คือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญรูปแบบหนึ่งที่มีหลักในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเพื่อเป็นการจัดให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และการตัดสินใจอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งทางร่างกาย สติปัญญา สังคม และอารมณ์ตามหลักการของโมเดลชิปปา ดังนี้

C มาจากคำว่า Construct ซึ่งหมายถึง การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นหรือสิ่งแวดล้อมรอบตัว กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับบุคคล และจะทำให้ได้รับความรู้ที่หลากหลาย ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสังคม

I มาจากคำว่า Interaction ซึ่งหมายถึง การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นหรือสิ่งแวดล้อมรอบตัว กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับบุคคล และจะทำให้ได้รับความรู้ที่หลากหลาย ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสังคม

P มาจากคำว่า Physical Participation ซึ่งหมายถึง การให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เคลื่อนไหวร่างกาย โดยการทำกิจกรรมในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางกาย

P มาจากคำว่า Process Learning ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้กระบวนการต่าง ๆ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการต่าง ๆ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการกลุ่ม กระบวนการพัฒนาตนเอง เป็นต้น

A มาจากคำว่า Application หมายถึง การนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการเรียนและช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มเติมขึ้นเรื่อย ๆ

ทิสนา แชมมณี (ทิสนา แชมมณี, 2542) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนแบบชิปปา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแบบประสาน 5 แนวคิดหลัก คือ

1. แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างความรู้ (Constructivism)
2. แนวคิดเรื่องกระบวนการกลุ่มและการเรียนแบบร่วมมือ (Group Process and Cooperative Learning)
3. แนวคิดเกี่ยวกับความพร้อมในการเรียนรู้ (Learning Readiness)
4. แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้กระบวนการ (Process Learning)

#### 5. แนวคิดเกี่ยวกับการถ่ายโอนความรู้ (Transfer of Learning)

กรมวิชาการ (กรมวิชาการ, 2539) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา คือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีรายละเอียดดังนี้ คือ

C มาจากคำว่า Construct คือ การให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยกระบวนการแสวงหาข้อมูล ทำความเข้าใจ คิดวิเคราะห์ ตีความ แปลความ สร้างความหมาย สังเคราะห์ข้อมูลและสรุปเป็นข้อความรู้

I มาจากคำว่า Interaction คือ การให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน เรียนรู้จากกันและกัน แลกเปลี่ยนข้อมูลความคิดและประสบการณ์แก่กันและกัน

P มาจากคำว่า Participation คือ การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทั้งในด้านร่างกาย อารมณ์ ปัญญา และสังคม ในการเรียนรู้ให้มากที่สุด

P มาจากคำว่า Process and Product คือ การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการและมีผลงานจากการเรียนรู้

A มาจากคำว่า Application คือ การให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา คือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด สามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง มีทักษะและกระบวนการในการเรียนรู้ รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมทั้งทางร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

#### 4.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา

ทศนา เขมมณี (2545) ได้กล่าวว่า ซิปปา (CIPPA) เป็นหลักการที่สามารถนำไปใช้ เป็นหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้ผู้เรียน การจัดการกระบวนการเรียนการสอนตามหลัก CIPPA นี้สามารถใช้วิธีและกระบวนการที่หลากหลาย ซึ่งอาจจัดเป็นแผนได้หลายรูปแบบ รูปแบบหนึ่งที่ได้นำเสนอไว้และได้มีการนำไปทดลองใช้แล้วได้ผลดี ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม ขั้นนี้เป็นการดึงความรู้ของนักเรียนในเรื่องที่เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของตน



2. ขั้นแสวงหาความรู้ใหม่ ขั้นนี้เป็นการแสวงหาข้อมูล ความรู้ใหม่ ที่ผู้เรียนยังไม่มีจาก แหล่งข้อมูลหรือแหล่งความรู้ต่าง ๆ ซึ่งครูอาจเตรียมมาให้ผู้เรียนหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับ แหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนไปแสวงหาก็คได้

3. ขั้นการศึกษาทำความเข้าใจข้อมูล/ความรู้ใหม่และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องศึกษา และทำความเข้าใจกับข้อมูล/ความรู้ที่หามาได้ ผู้เรียนจะต้อง สร้างความหมายของข้อมูล/ประสบการณ์ใหม่ ๆ โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ด้วยตนเอง เช่น ใช้กระบวนการคิดและกระบวนการกลุ่มในการอภิปรายและสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลนั้น ซึ่งอาจ จำเป็นต้องอาศัยการเชื่อมโยงกับความรู้เดิม

4. ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนอาศัยกลุ่มเป็นเครื่องมือในการ ตรวจสอบ ความรู้ความเข้าใจของตนกับผู้อื่น และได้รับประโยชน์จากความรู้ความเข้าใจของผู้อื่น ไปพร้อม ๆ กัน

5. ขั้นสรุปและจัดระเบียบความรู้ ขั้นนี้เป็นขั้นการสรุปความรู้ที่ได้รับทั้งหมดทั้งความรู้เดิม และความรู้ใหม่และจัดสิ่งทีเรียนรู้ให้มีระบบระเบียบเพื่อช่วยให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ง่าย

6. ขั้นการแสดงผลงาน ขั้นนี้เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานการสร้างความรู้ ของตนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนตอกย้ำหรือตรวจสอบความเข้าใจของตน และช่วยส่งเสริม ให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์

7. ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้ ขั้นนี้เป็นขั้นของการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการนำความรู้ ความเข้าใจของตนไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายเพื่อเพิ่มความชำนาญ ความเข้าใจ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความจำเป็นในเรื่องนั้น ๆ

ขั้นตอนตั้งแต่ขั้นที่ 1 – 6 เป็นกระบวนการของการสร้างความรู้ (Construction of knowledge) ซึ่งครูสามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน (Interaction) และฝึกฝนทักษะกระบวนการต่าง ๆ (Process learning) อย่างต่อเนื่อง เนื่องจาก ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนช่วยให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมหลากหลายที่มีลักษณะให้ผู้เรียนได้มีการเคลื่อนไหว ทางกาย ทางสติปัญญา ทางอารมณ์ และทางสังคม อย่างเหมาะสม อันช่วยให้ผู้เรียนตื่นตัว (Active) สามารถรับรู้และเรียนรู้ได้อย่างดี จึงกล่าวได้ว่าขั้นตอนทั้ง 6 มีคุณสมบัติตามหลักการ CIPPA ส่วนขั้นตอนที่ 7 เป็นขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ (Application) จึงทำให้รูปแบบนี้ มีคุณสมบัติตามหลัก CIPPA

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนแบบชิปปา ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบชิปปา นั้นเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ต้องมีการวางแผนการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน สามารถนำไปปฏิบัติและเกิดการเรียนรู้ได้จริง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการ 7 ขั้นตอน คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิม ขั้นแสวงหาความรู้ใหม่ ขั้นศึกษาทำความเข้าใจข้อมูล ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม ขั้นสรุปและจัดระเบียบความรู้ ขั้นแสดงผลงาน และขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในครั้งนี้

#### 4.3 หลักการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบชิปปา

จากแนวความคิด นำไปสู่การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนแบบชิปปา ดังนี้ (ทิศนา แฉมมณี, 2542) เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา สังคม และอารมณ์ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างทั่วถึงและมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การที่ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้กระทำจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมและกระตือรือร้นที่จะเรียนอย่าง มีชีวิตชีวา กิจกรรมที่จัดจึงควรเป็นกิจกรรมที่มีลักษณะดังนี้

- 1.1 ช่วยให้ผู้เรียนได้เคลื่อนไหวในลักษณะใดลักษณะหนึ่งเป็นระยะ ๆ เหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน
  - 1.2 มีประเด็นที่ท้าทายให้ผู้เรียนได้คิด เป็นประเด็นที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหรือลงมือทำเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
  - 1.3 ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากบุคคลหรือสิ่งแวดลอมรอบตัว
  - 1.4 ส่งผลต่ออารมณ์ความรู้สึกของผู้เรียน เกี่ยวข้องกับชีวิต ประสบการณ์ และความเป็นจริงของผู้เรียน
2. ยึดกลุ่มเป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มได้พูดคุยปรึกษาหารือ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมของตนเองและผู้อื่น และจะปรับตัวให้สามารถอยู่ในสังคมกับผู้อื่นได้
  3. ยึดการค้นพบด้วยตนเองเป็นวิธีการที่สำคัญ โดยครูผู้สอนพยายามจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ทั้งนี้ เพราะการค้นพบความจริงใด ๆ ด้วยตนเองนั้น ผู้เรียนมักจะจดจำได้ดี และมีความหมายโดยตรงต่อผู้เรียน รวมทั้งเกิดความคงทนในการเรียนรู้



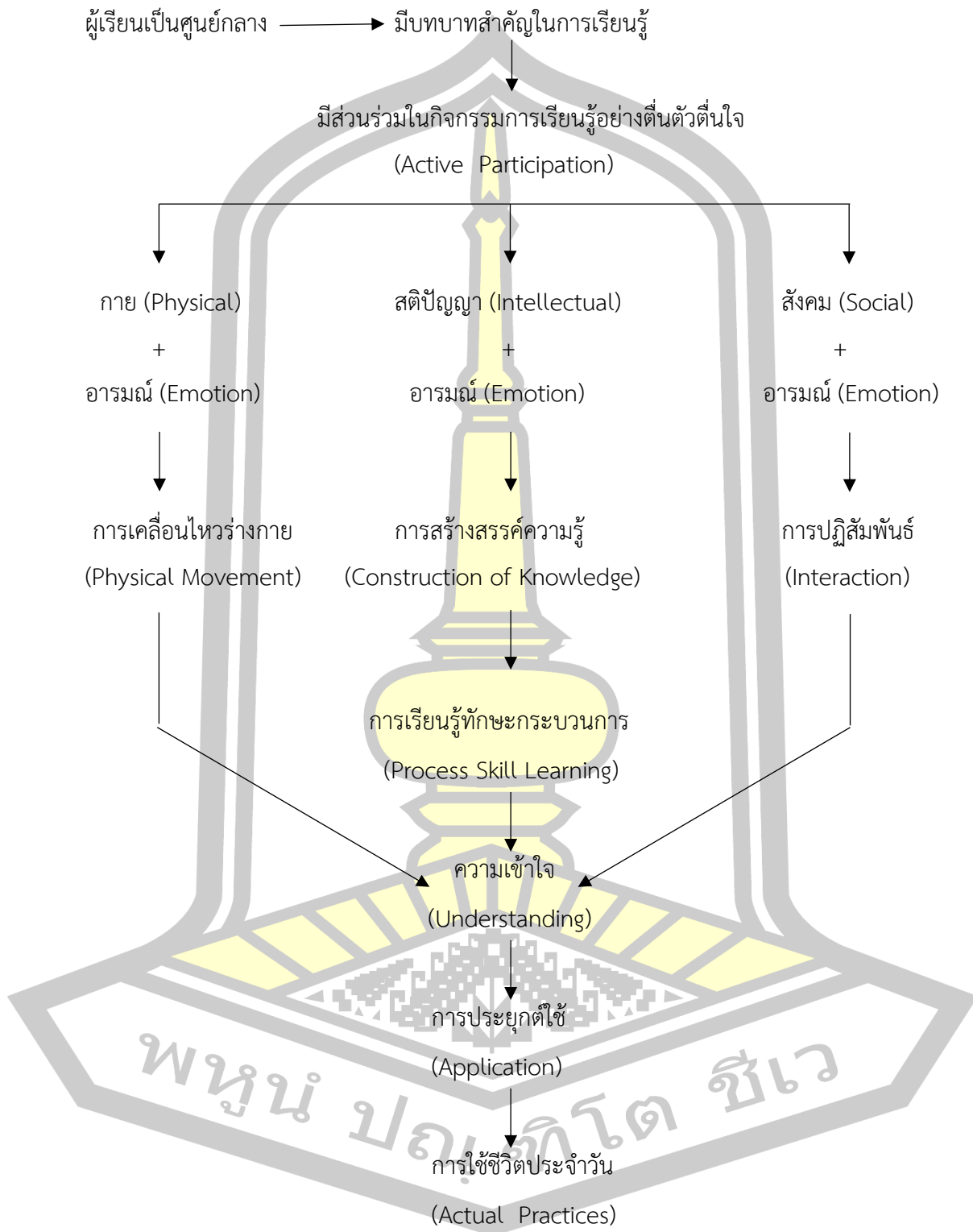
4. เน้นกระบวนการควบคู่กับผลงานโดยการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ถึงกระบวนการต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดผลงานมีชิ้นมุ่งที่จะพิจารณาถึงผลงานเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เพราะประสิทธิภาพของผลงานขึ้นอยู่กับประสิทธิผลของกระบวนการ

5. เน้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้หรือใช้ในชีวิตประจำวัน โดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดหาแนวทางที่จะนำความรู้ความเข้าใจไปใช้ในชีวิตประจำวัน พยายามส่งเสริมให้เกิดการปฏิบัติจริงและพยายามติดตามผลการปฏิบัติของผู้เรียน

ทศนา แชมมณี (2542) ได้สรุปการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง แบบชีปปา ดังนี้



การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแบบชิปปา



ภาพประกอบ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแบบชิปปา  
ทีศนา เขมมณี (2542)

จากการศึกษาหลักการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนแบบชิปปาข้างต้น สรุปได้ว่าการออกแบบกิจกรรมนั้นจะต้องเน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นสำคัญที่สุด ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งทางกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา ยึดการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง มีกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นระบบเป็นขั้นตอนและสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตประจำวันให้มากที่สุด

#### 4.4 ลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบชิปปา

ทิสนา แคมมณี (2542) ได้กล่าวถึงลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบชิปปา ไว้ว่า

1. เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทางด้านร่างกายและอารมณ์ จิตใจ กิจกรรมการเรียนรู้ ควรมีหลากหลาย ให้โอกาสผู้เรียนได้มีการเคลื่อนไหว (Physical Movement) เป็นระยะตามความเหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน การเคลื่อนไหวอวัยวะหรือกล้ามเนื้อต่าง ๆ ได้แก่

- การเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อมัดเล็ก (Fine Motor Movement) กิจกรรมการเขียน การฟัง การวาดภาพ การพับกระดาษ การร้อยมาลัย การร้องเพลง เป็นต้น

- การเคลื่อนไหวอวัยวะกล้ามเนื้อมัดใหญ่ (Gross Motor Movement) เช่น การย้ายกลุ่ม การลุกนั่ง การกระโดด การเล่นเกมต่าง ๆ การวิ่ง เป็นต้น

การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เคลื่อนไหวร่างกาย ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการเรียนรู้ มีความกระฉับกระเฉง ตื่นตัว ไวต่อความรู้สึก กิจกรรมที่จัดจะต้องคำนึงถึงการมีส่วนร่วมทางด้านอารมณ์ของผู้เรียนด้วย

2. เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางด้านสติปัญญา และอารมณ์ กิจกรรมการเรียนรู้จะต้องมีลักษณะกระตุ้นและท้าทายความคิด ทำให้ผู้เรียนเกิดความจดจ่อ ผูกพันกับสิ่งที่คิดซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี การเรียนรู้ทางสติปัญญาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 การเรียนรู้ทางด้านเนื้อหาความรู้ (Content or Knowledge) ได้แก่การเรียนรู้ข้อมูลข้อเท็จจริงและความรู้ต่าง ๆ

2.2 การเรียนรู้ทักษะกระบวนการ (Process Skills) ซึ่งได้แก่ การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

3. เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสังคมและอารมณ์ กิจกรรมจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว

- บุคคลแวดล้อม ได้แก่ ครู เพื่อนในห้อง บุคลากร ผู้ปกครอง คนในชุมชน
- สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ เช่น สถานที่ต่าง ๆ ภายในโรงเรียนและชุมชน
- สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เช่น สวนสาธารณะ ป่าไม้ สัตว์ต่าง ๆ เป็นต้น

- สิ่งแวดล้อมทางด้านสื่อ เช่น โสตทัศน และเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น หนังสือ ตำราต่าง ๆ วารสาร เกมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

กิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทั้ง 4 ด้าน สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านกระบวนการคิด กลั่นกรองโดยผู้เรียนเอง ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและจำในสิ่งที่ตนเองเรียนได้เป็นอย่างดีและหากมีการฝึกฝนนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้ทำให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ (Transfer of Learning) ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

จากการศึกษาลักษณะของกิจกรรมข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแบบชิปปานั้นควรให้นักเรียนมีการเคลื่อนไหวทางด้านร่างกายให้เหมาะสมกับวัยและสถานการณ์ รวมทั้งให้นักเรียนมีส่วนร่วมในทุก ๆ ด้าน

#### 4.5 บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบชิปปา

ทิสนา แคมมณี (2542) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางไม่ว่าจะใช้แนวคิดใด จะประสบผลสำเร็จไม่ได้หากครูและผู้เรียนไม่เปลี่ยนแปลงบทบาทของตนซึ่งบทบาทของครูและผู้เรียนตามแนวการจัดการเรียนการสอนแบบชิปปา มีดังนี้

##### บทบาทครู

##### 1. การเตรียมการสอน

##### 1.1 ศึกษาและวิเคราะห์เรื่องที่จะสอนให้เข้าใจ

##### 1.2 ศึกษาแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย

##### 1.3 วางแผนการสอน

- กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

- วิเคราะห์เนื้อหาและความคิดรวบยอดและกำหนดรายละเอียดให้ชัดเจน

- ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางตามหลักชิปปา

- กำหนดวิธีการประเมินผลการเรียนรู้

##### 1.4 จัดเตรียม

- สื่อ วัสดุ การเรียนการสอน ให้เพียงพอสำหรับผู้เรียน

- เอกสาร หนังสือ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน

- ติดต่อแหล่งความรู้ต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นบุคคล สถานที่ หรือโสตทัศนวัสดุต่าง ๆ และ

ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

- เครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้
- ห้องเรียนหรือสถานที่เพื่อการจัดการเรียนการสอน

## 2. การสอน

### 2.1 สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี

### 2.2 กระตุ้นผู้เรียนให้สนใจในการร่วมกิจกรรม

### 2.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่ได้เตรียมไว้ โดยอาจมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับผู้เรียน

#### และสถานการณ์จริง

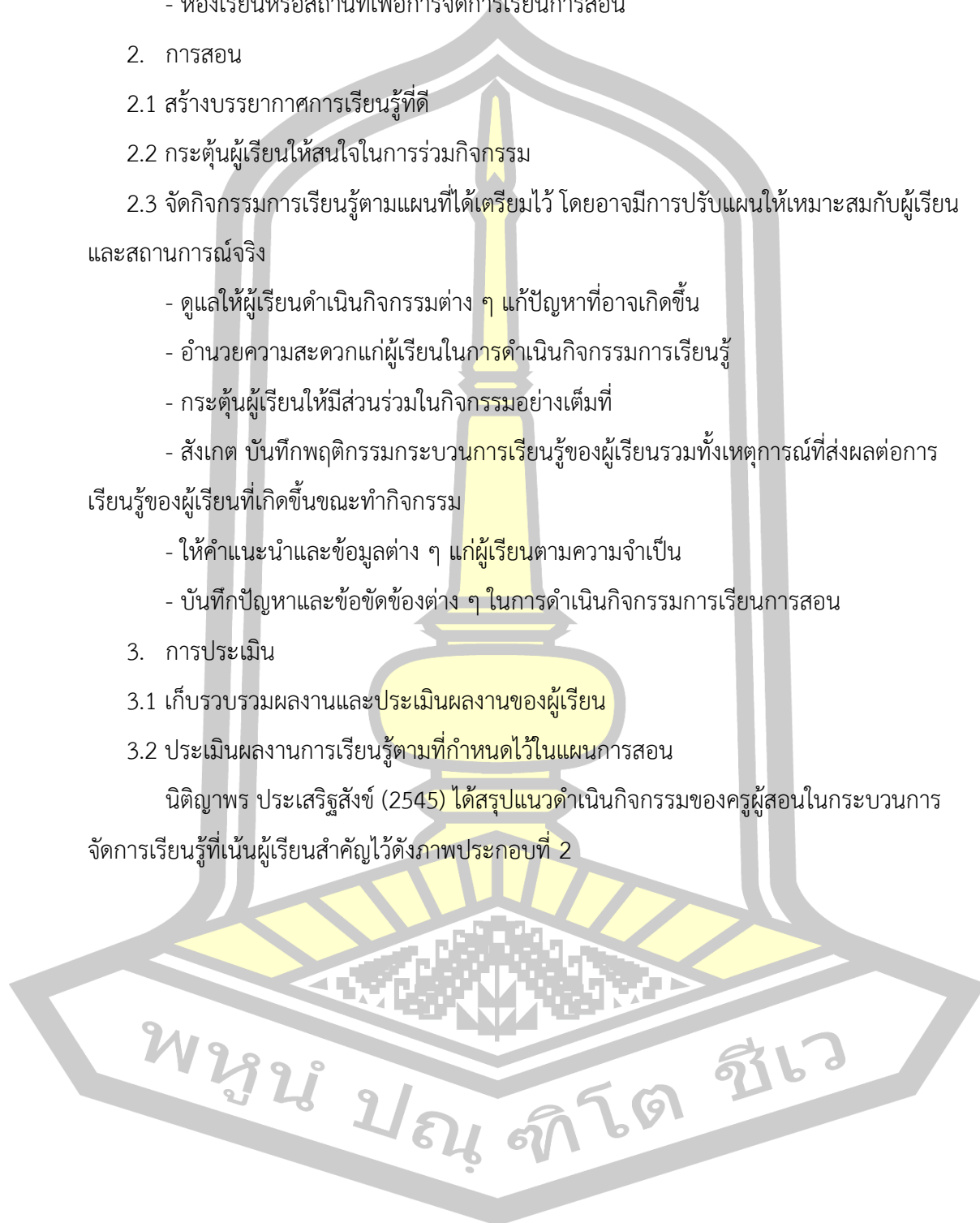
- ดูแลให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ แก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น
- อำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
- กระตุ้นผู้เรียนให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างเต็มที่
- สังเกต บันทึกพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนรวมทั้งเหตุการณ์ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นขณะทำกิจกรรม
- ให้คำแนะนำและข้อมูลต่าง ๆ แก่ผู้เรียนตามความจำเป็น
- บันทึกปัญหาและข้อขัดข้องต่าง ๆ ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

## 3. การประเมิน

### 3.1 เก็บรวบรวมผลงานและประเมินผลงานของผู้เรียน

### 3.2 ประเมินผลงานการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน

นิติญาพร ประเสริฐสังข์ (2545) ได้สรุปแนวดำเนินกิจกรรมของครูผู้สอนในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญไว้ดังภาพประกอบที่ 2



แนวดำเนินกิจกรรมของครูผู้สอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด

1. ขั้นการเตรียมการ	2. ขั้นดำเนินการ	3. ขั้นประเมินผล
<ul style="list-style-type: none"> <li>● เตรียมตนเอง</li> <li>● เตรียมข้อมูล</li> <li>● จัดทำแผนการสอน               <ul style="list-style-type: none"> <li>- เตรียมกิจกรรม</li> <li>- เตรียมสื่อ วัสดุ อุปกรณ์</li> <li>- เตรียมการวัดและประเมินผล</li> </ul> </li> </ul>	<p>จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ ผู้เรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● สร้างค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (C)</li> <li>● มีปฏิสัมพันธ์กับแหล่งเรียนรู้หลากหลาย (I)</li> <li>● มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวทางด้านร่างกายอย่างเหมาะสมกับวัยและความสนใจ (P)</li> <li>● ได้เรียนรู้กระบวนการต่าง ๆ (P)</li> <li>● นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ (A)</li> </ul>	<p>วัดและประเมินผลตามสภาพจริง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- วิธีการหลากหลาย</li> <li>- จากการปฏิบัติ</li> <li>- จากแฟ้มสะสมผลงาน</li> </ul>

ภาพประกอบ 2 แนวดำเนินกิจกรรมของครูผู้สอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด (นิติญาพร ประเสริฐสังข์, 2545)

บทบาทของผู้เรียน

เมื่อครูปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนรู้และพฤติกรรมการสอนของตนแล้วผู้เรียนก็ต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ของตนด้วย การเรียนการสอนจึงจะบรรลุวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปแล้วผู้เรียนจะมีบทบาทสำคัญ ๆ ดังนี้

1. ทบทวนความรู้เดิม และมีส่วนร่วมในการแสวงหาข้อมูล ข้อเท็จจริง ความคิดเห็น หรือประสบการณ์ต่าง ๆ จากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย
2. ศึกษาหรือลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจ ใช้ความคิดในการกลั่นกรอง แยกแยะ วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล และสร้างความหมายให้แก่ตนเอง
3. สรุปและจัดระเบียบความรู้ที่ได้สรรค์สร้างขึ้น เพื่อช่วยให้การเรียนรู้เกิดความคงทน และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้สะดวก

4. นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิต การประยุกต์ใช้ช่วยต่อยอดความรู้  
เข้าใจและสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียน และยังช่วยให้เกิดการเรียนรู้อื่น ๆ เพิ่มเติมอีกด้วย  
ในการดำเนินบทบาททั้งสี่นั้น ผู้เรียนต้องแสดงพฤติกรรมที่จำเป็นในการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น  
ดังนี้

1. เข้าร่วมกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น
2. ให้ความร่วมมือและรับผิดชอบในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น แสวงหาความรู้ การศึกษาข้อมูล  
และการสรุป เป็นต้น
3. รับฟัง พิจารณาและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
4. ใช้ความคิดอย่างเต็มที่ ปฏิสัมพันธ์ ได้ตอบ คัดค้าน สนับสนุน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและ  
ความรู้สึกร่วมกับผู้อื่น
5. แสดงความสามารถของตน และยอมรับความสามารถของผู้อื่น

จากการศึกษาบทบาทของครูและผู้เรียนดังกล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า ครูจะต้องมี  
ความรู้และมีการเตรียมตัวที่ดี ทั้งในด้านการเตรียมตนเอง การเตรียมการในด้านการสอน  
และการเตรียมการในการวัดและประเมินผล เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพแก่ผู้เรียนให้มากที่สุดและผู้เรียน  
ก็ต้องมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ของตนด้วย การเรียนการสอนจึงจะบรรลุวัตถุประสงค์  
ตามที่กำหนดไว้

### ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

#### 5.1 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการทางการศึกษาหลายท่าน  
ใช้คำว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น  
และได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีการ  
เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหามust ใช้ความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มา  
ผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา เพื่อกำหนดวิธีการหาคำตอบของปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2550) ระบุว่า ทักษะการ  
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/  
กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหา  
ทางคณิตศาสตร์



เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในโจทย์ปัญหานั้น ๆ

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2556) ได้ระบุถึงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหามust ใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิม ประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

จากความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

## 5.2 กระบวนการขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ประเภทหนึ่ง ที่นักเรียนจะต้องฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้น เนื่องจากคำตอบของปัญหาที่ได้จากทักษะ/กระบวนการแก้ปัญหาจะทำให้เกิดข้อค้นพบใหม่ และเป็นวิธีการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาอื่น ๆ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2554) แต่ปัจจุบันมีนักเรียนจำนวนมากไม่รู้ว่าจะต้องดำเนินการแก้ปัญหานั้นอย่างไร ด้วยเหตุนี้ครูควรปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับกระบวนการที่ได้รับการยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ โพลยา (สถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2550) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

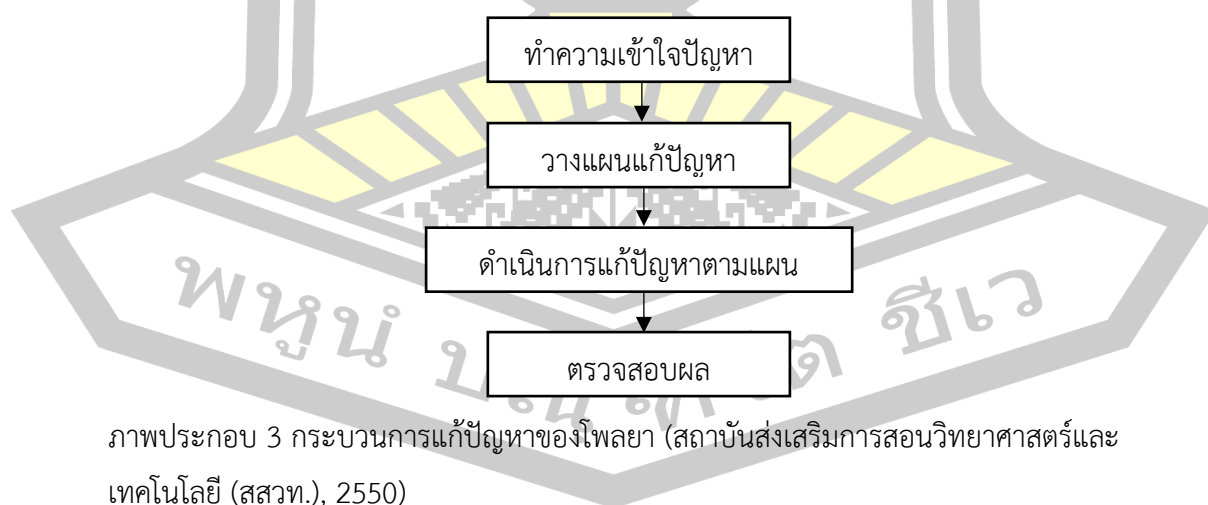
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียน คิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องทำความเข้าใจ ปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไขในการทำความเข้าใจ ปัญหา นักเรียนอาจต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปเข้ามา พิจารณาใน หลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียน แผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองก็ได้

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผล และยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาคำตอบหรือมีวิธีแก้ปัญหายังอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติสามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

กระบวนการแก้ปัญหของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนนี้ มีหลักการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นกระบวนการการแก้ปัญหาที่ช่วยให้ผู้เรียนมีหลักการคิด ผึกการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีการวางแผนและกำกับการทำงานอย่างต่อเนื่อง แต่คนส่วนใหญ่มองว่ากระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยาจะต้องดำเนินการตามขั้นตอนเป็นแนวเส้นตรง ซึ่งไม่สามารถข้ามขั้นได้ และไม่มีการกระทำย้อนกลับ ดังภาพ



คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2556) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยยึดตามแนวคิดของโพลยา ไว้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นแรกของกระบวนการแก้ปัญหา โดยได้แบ่งขั้นทำความเข้าใจปัญหาออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อย ๆ

ขั้นตอนย่อยที่ 1 เป็นการมองที่สาระของตัวปัญหา โดยพยายามตอบคำถามต่อไปนี้

- ปัญหาต้องการอะไร
- ปัญหาชัดเจนหรือไม่
- มีเงื่อนไขอะไรบ้าง
- มีคำศัพท์เฉพาะ บทนิยาม ความคิดรวบยอด กฎ สูตร ทฤษฎีที่ต้องการคำอธิบาย เพิ่มเติมหรือไม่

ขั้นตอนย่อย ๆ เหล่านี้ รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหา โดยพิจารณาว่า

- ปัญหากำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง
- ข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่
- มีข้อมูลอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง
- มีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่
- ข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างไร

ถึงแม้ว่าไม่สามารถตอบคำถามนี้ได้ทั้งหมดในตอนแรก แต่คำถามต่าง ๆ ข้างต้นนี้ ผู้แก้ปัญหาควรคำนึงถึงเมื่อเริ่มต้นแก้ปัญหา

ขั้นตอนย่อยที่ 2 เป็นการมองไปที่ธรรมชาติหรือประเภทของคำตอบของปัญหา คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด คำตอบเป็นจำนวน อยู่ในรูปกฎ สูตร หรือรูปทั่วไป หรือว่าคำตอบต้องการคำอธิบายให้เหตุผล แม้ว่าในขั้นตอนนี้เรายังไม่ได้คำตอบของปัญหา แต่ก็ควรจะมองเห็นว่ารูปแบบของปัญหาที่ต้องการนั้นเป็นอย่างไร

ในขั้นตอนนี้ตามแนวโพลยา จะต้องสามารถระบุประเภทของปัญหาได้ว่าเป็นปัญหาที่ให้ค้นหาหรือให้พิสูจน์ พร้อมทั้งแยกส่วนสำคัญของปัญหาออกได้ โดยเฉพาะส่วนที่ปัญหาต้องการและส่วนที่ปัญหากำหนดให้

2. ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณากำหนดว่าจะแก้ปัญหาวัยวิธีใด จะแก้อย่างไรตามแนวคิดของโพลยา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนค้นคว้าความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการ โดยการพยายามอธิบายสิ่งต่อไปนี้

1. เคยเห็นปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ หรือเคยเห็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ แต่แตกต่างกันที่รูปแบบมาก่อนหรือไม่
2. รู้จักปัญหาที่สัมพันธ์กับปัญหานี้หรือไม่ รู้จักทฤษฎีซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์หรือไม่
3. พิจารณาสິงที่ไม่ทราบในปัญหา และพยายามนึกถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่ไม่ทราบเหมือนกัน หรือคล้ายคลึงกัน
4. ปัญหานี้สัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อนหรือไม่ สามารถนำประสบการณ์เหล่านั้นมาใช้แก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
5. พิจารณาปัญหานี้ใหม่อีกครั้ง พิจารณาว่ายังคงแตกต่างจากปัญหาที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนหรือไม่
6. ถ้าไม่สามารถที่จะแก้ปัญหากำหนดให้โดยตรง ควรพยายามแก้ปัญหากที่สัมพันธ์กันก่อน พยายามจินตนาการเพื่อจะเข้าใจถึงปัญหาที่สัมพันธ์กันนั้น พิจารณาว่าสามารถแก้ไขปัญหาเพียงบางส่วนได้หรือไม่ พิจารณาเก็บบางส่วนของเงื่อนไขไว้ ตัดส่วนอื่น ๆ ทิ้งไปก่อน พยายามแก้ปัญหากในสิ่งที่ไม่ทราบจากปัญหาย่อยนี้เพื่อนำไปสู่การหาสิ่งที่ไม่ทราบค่าอื่น ๆ ถัดไป
7. ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ทั้งหมดหรือไม่ ใช้เงื่อนไขทั้งหมดหรือไม่ ได้แจกแจงรายการของสิ่งที่เป็นประโยชน์เพื่ออ้างอิงไปยังตัวปัญหาหรือไม่

ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหากพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ การแก้ปัญหากผสมผสานกับประสบการณ์เดิมในการแก้ปัญหากที่ผู้แก้ปัญหากมีอยู่ กำหนดเป็นวิธีการและเทคนิค หรือที่เรียกกันว่า ยุทธวิธี (Strategy) ในการแก้ปัญหากประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหากที่สั่งสมมาจะช่วยเพิ่มพูนความรู้ ความสามารถของผู้แก้ปัญหาก

ยุทธวิธีการแก้ปัญหาก หมายถึง เทคนิค วิธีการ เฉพาะอย่างที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหากแต่ละปัญหาก

ปัญหากหนึ่งอาจมียุทธวิธีในการแก้ปัญหากหลาย ๆ แบบ ผู้ที่ได้รับการฝึกฝนอย่างเพียงพอจะสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีที่ดีที่สุด มีประสิทธิภาพที่สุดในการแก้ปัญหาก บางปัญหากอาจต้องใช้การผสมผสานยุทธวิธีหลาย ๆ แบบเข้าด้วยกันจึงสามารถแก้ปัญหากได้

ยุทธวิธีการแก้ปัญหาก โพลยา เรียกว่า “Heuristics” เปรียบเสมือนเป็นเครื่องชี้แนะหรือเป็นเครื่องนำทางช่วยในการแก้ปัญหาก ซึ่งผู้แก้ปัญหากสามารถนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับปัญหากได้

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา เช่น วิธีเดาและตรวจสอบวิธีเขียนภาพ แผนภูมิและสร้างแบบจำลองวิธีสร้างตาราง ยุทธวิธีใช้ตัวแปร ยุทธวิธีค้นหารูปแบบ รายละเอียดยุทธวิธีในการแก้ปัญหา จะได้กล่าวถึงในตอนต่อไป

3. ขั้นตอนดำเนินการตามแผน หลังจากการวางแผนในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไปคือการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติมรายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ จากแผนให้สมบูรณ์ชัดเจนเป็นการดำเนินการตามยุทธวิธีที่เลือกไว้จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ หรือค้นพบวิธีการแก้ใหม่ในขั้นดำเนินการตามแผนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ความรู้ประสบการณ์ที่มีอยู่ประมวลเข้าด้วยกัน โดยให้เหตุผลและข้อสรุปที่เป็นของตนเอง ถ้าแก้ปัญหาไม่สำเร็จตามแผนที่วางไว้ ต้องค้นหาสาเหตุและใช้ประโยชน์จากการผิดพลาดครั้งแรกในการแก้ปัญหาคั้งใหม่ ผู้แก้ปัญหาต้องไม่กลัวการเริ่มต้น ความผิดพลาดในครั้งแรก จะช่วยจุดประกายความคิดในการหายุทธวิธีใหม่ ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จ

ในการแก้ปัญหาที่มีการคิดคำนวณ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นลงมือคำนวณ ซึ่งความแม่นยำถูกต้องในการคิดคำนวณเป็นสิ่งสำคัญของการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด หากคิดคำนวณผิดพลาดแล้ว ขั้นตอนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาดังแต่ต้นแม้ว่าจะทำได้ดีเพียงใดก็ดูจะหมดความหมายไป สำหรับปัญหาที่เป็นการให้เหตุผลหรือการพิสูจน์ ต้องตรวจสอบทุกขั้นตอนว่าการให้เหตุผลนั้นเป็นแบบแผนของการให้เหตุผลหรือการพิสูจน์ที่ถูกต้องหรือไม่

4. ขั้นตรวจสอบ เมื่อผ่านขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาแล้วยังไม่อาจถือว่าสิ้นสุดกระบวนการแก้ปัญหา จะต้องผ่านขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง คือ ขั้นตอนตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา และโดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นดำเนินการตามแผนเป็นการพิจารณาว่ารายละเอียดต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด การตรวจสอบนอกจากจะช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจมีอยู่เพื่อการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นแล้ว ยังช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจกระบวนการได้ดีขึ้น เกิดความคิดในการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาให้ดีขึ้นกว่าเดิมสามารถขยายวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ให้กว้างขึ้นกว่าเดิม

ในขั้นตอนนี้สามารถแบ่งขั้นตอนย่อย ๆ ที่สำคัญได้ 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนแรก เป็นการตรวจสอบความสมบูรณ์ถูกต้องของขั้นตอนต่าง ๆ เป็นการพยายามที่จะเรียนรู้ให้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น และเข้าใจปัญหาที่ได้แก้ไขจนพบคำตอบแล้วนี้ โดยการพิจารณาว่า

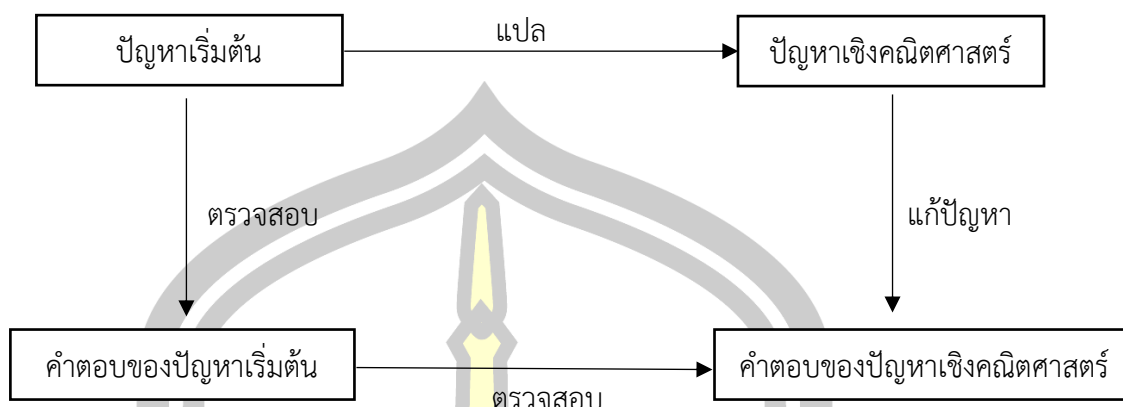
1. คำตอบที่ได้สอดคล้องกับปัญหาหรือไม่
  2. มีคำตอบอย่างอื่นนอกจากคำตอบที่ได้มาหรือไม่
  3. มีวิธีการอื่นในการแก้ปัญหานั้นอีกหรือไม่ วิธีการใดง่ายกว่า ดีกว่า หรือเหมาะสมมากกว่า
- ความคิดไปสู่ปัญหาอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กับปัญหานี้ สร้างสรรค์ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กันขึ้นมาใหม่ อาจกล่าวว่าเป็น การมองไปข้างหน้า ก็ได้

ขั้นตอนหลักของขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหตามความคิดของเฟนเดล (Fendel) ได้สรุปไว้ดังนี้

1. ค้นหาคำตอบที่ดีกว่า หรือแนวทางที่ดีกว่าที่ได้ค้นพบโดยการมองย้อนกลับ
2. ปรับคำตอบที่ได้ให้อยู่ในรูปแบบง่าย สอดคล้องกับปัญหาที่กำหนด
3. บรรยายคำตอบที่ได้ สำนวความเชื่อถือได้ของรายละเอียดปลีกย่อย
4. ในกรณีที่มีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ เปรียบเทียบคำตอบที่แตกต่างกัน พยายามค้นพบว่า ทำไมคำตอบจึงสมมูลกัน หรือคำตอบสมมูลกันอย่างไร
5. มองปัญหาให้กว้างไกล สร้างสรรค์ปัญหาขึ้นมาใหม่ โดยการใช้คำตอบของปัญหาเดิมให้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดในปัญหาใหม่
6. ทำปัญหาให้อยู่ในรูปทั่วไป
7. กำหนดมโนมติสำคัญซึ่งเป็นพื้นฐานของคำตอบ
8. ใช้ปัญหา หรือวิธีในกระบวนการหาคำตอบ เพิ่มความแจ่มชัดในมโนมติที่ใช้ในการแก้ปัญห
9. สร้างปัญหาที่เชื่อมโยงกับปัญหาเดิมขึ้นมาใหม่ ซึ่งมีพื้นฐานมาจากเนื้อหาสาระเดิม หรือวิธีการแก้ปัญหานั้น
10. พิจารณาตรวจสอบปัญหา สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเรียนรู้ให้มากที่สุดได้อย่างไร

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2556) ได้เสนอ กระบวนการแก้ปัญห ไว้ดังนี้ ปัญหา มักจะกำหนดในรูปถ้อยคำจากการพูดหรือเขียน ในการแก้ปัญหจะเริ่มต้นจากการแปล ถ้อยคำเหล่านี้ให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สมมูลกัน โดยใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วดำเนินการแก้ปัญห เพื่อหาคำตอบจากปัญหาจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สมมูลกันนี้ หลังจากนั้นจะต้องแปลความหมาย นำกลับไปอธิบายคำตอบของปัญหาเริ่มต้น กระบวนการโดยภาพรวม แสดงได้ดังนี้





ภาพประกอบ 4 กระบวนการแก้ปัญห (คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2556)

ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล (2542) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญห ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ระบุสิ่งที่ต้องการ ระบุข้อมูลที่กำหนด และระบุเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนด
2. วางแผนแก้ปัญห ขั้นตอนนี้เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ ระบุปัญหาย่อย และเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม หรือคิดในรูปแบบการคิดจากปลายเหตุย้อนสู่ต้นเหตุ เดาและทดลองและสร้างสถานการณ์จำลองลดความซับซ้อนของปัญหา แบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ ใช้วิธีอนุมานทางตรรกวิทยา และรายงานแจกแจงสมาชิกทั้งหมด
3. ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการตามยุทธวิธีที่เลือกคำนวณหาคำตอบและให้เหตุผล
4. ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบ ขั้นตอนนี้เป็นการระบุว่าคำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ ตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ หาวิธีการแก้ปัญหที่ดีกว่า สั้นกว่า ดัดแปลงเพิ่มเติมเงื่อนไขหรือข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่ และวางนัยทั่วไป

จากที่กล่าวมาผู้วิจัย สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาแต่ละท่าน มีลักษณะและขั้นตอนใกล้เคียงกัน มีบางส่วนที่แตกต่างกันในเรื่อง จำนวนขั้นตอน โดยสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มา โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และโจทย์ต้องการถามอะไร



2. ชั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ที่ปัญหากำหนดให้กับข้อมูลที่ต้องการหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และเลือก ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่สามารถนำมาใช้อย่างเหมาะสมกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้

3. ชั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแผน เป็นขั้นตอนที่ต้องดำเนินการตามวิธีที่เลือกไว้ จนกระทั่งได้คำตอบ สำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณ ชั้นนี้เป็นขั้นที่ลงมือคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบ ตามวิธีการทางคณิตศาสตร์

4. ชั้นสรุปคำตอบ ชั้นนี้เป็นขั้นอธิบายผลการแก้ปัญหา หรือสรุปผลการแก้ปัญหา จากกระบวนการแก้ปัญหาของตน

ในขั้นที่ 4 ของขั้นตอนการแก้ปัญหา ผู้วิจัยเลือกใช้เพียงการสรุปคำตอบ เพราะ เนื่องจากเนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรม มีความจำกัดในโจทย์ปัญหาที่ไม่สามารถตรวจสอบผลของ คำตอบได้ ดังนั้นในขั้นนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เพียงการสรุปคำตอบ

### 5.3 ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหามathematics ซึ่งแต่ละปัญหา อาจใช้วิธีที่แตกต่างกันได้หลายวิธี ซึ่งยุทธวิธีที่ ใช้อาจแตกต่างกัน ยุทธวิธีการแก้ปัญหามathematics เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนคิด และแก้ปัญหามathematics ได้สำเร็จ ยุทธวิธีแก้ปัญหามathematics มีอยู่หลากหลายวิธี โดยมีนักการศึกษาแบ่งไว้ดังนี้

สมเดช บุญประจักษ์ (2540) กล่าวถึงยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามathematics ดังนี้

1. การหารูปแบบ เป็นการจัดระบบของข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในสถานการณ์ที่ กำหนด และจัดเป็นรูปแบบทั่วไปการแก้ปัญหามathematics ซึ่งอาจเป็นรูปแบบของจำนวนหรือรูปแบบของ เรขาคณิต

2. เขียนแผนผังหรือภาพประกอบ เป็นการเขียนแผนผังหรือภาพต่าง ๆ สถานการณ์ปัญหา เพื่อช่วยให้เห็นความสัมพันธ์และแนวทางในการหาคำตอบ

3. การสร้างรูปแบบ เป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหามathematics ที่คล้ายกับการเขียนภาพ แต่มีประโยชน์ที่ดีกว่า ตรงที่ผู้เรียนสามารถเคลื่อนสิ่งๆ นำมาจัดรูปแบบได้

4. การสร้างตารางหรือกราฟ การจัดข้อมูลลงในตาราง เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ง่าย และนำไปสู่ การค้นพบรูปแบบ และข้อชี้แนะอื่น ๆ

5. การเดาและการตรวจสอบ เป็นการหาคำตอบของปัญหาจากสามัญสำนึก ผู้แก้ปัญหาคาดเดา แล้วตรวจสอบ ถ้าไม่ได้คำตอบก็เปลี่ยนแปลงการเดา และตรวจสอบอีกครั้ง จนกระทั่งได้คำตอบของ ปัญหา การเดาและการตรวจสอบเป็นวิธีการที่ง่าย แต่อาจใช้เวลามากกว่ายุทธวิธีอื่น ๆ

6. แจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา ใช้ได้ดี  
ในกรณีที่มีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้ที่แน่นอน มักจะใช้ตารางช่วยในการแจกแจงกรณี

7. เขียนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ การเขียนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดง  
สถานการณ์ มีเป้าหมาย 2 ประการ คือ เป็นการแสดงความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและเป็นการ  
แสดงให้รู้ว่าต้องคิดคำนวณอย่างไรในการแก้ปัญหา นักเรียนที่เขียนประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง  
แสดงว่าเข้าใจปัญหานั้น และนำไปสู่การดำเนินการหาคำตอบได้ถูกต้อง

8. การดำเนินการแบบย้อนกลับ ยุทธวิธีนี้เริ่มจากข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนสุดท้าย แล้วทำย้อน  
ขั้นตอนกลับมาสู่ข้อความที่กำหนดเริ่มต้น ใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอน  
การได้มาซึ่งคำตอบ

9. ระบุข้อมูลที่ต้องการและข้อมูลที่กำหนดให้

10. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย ๆ หรือเปลี่ยนมุมมองของปัญหา บางปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือ  
มีหลายขั้นตอน เพื่อความสะดวกอาจแบ่งปัญหาให้เป็นปัญหาที่เล็กลง เพื่อง่ายต่อการหาคำตอบแล้ว  
นำผลการแก้ปัญหาย่อย ๆ นี้ไปตอบปัญหาที่กำหนด หรือบางปัญหาอาจต้องใช้ การคิดและเปลี่ยน  
มุมมองที่ต่างไปจากที่คุ้นเคยที่ต้องทำตามทีละขั้นตอน

อัมพร ม้าคอนง (2553) กล่าวว่ายุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีผู้เสนอแนะยุทธวิธี  
คล้ายกัน เช่น Charles Lester & O'Deffer (1994) and Sobel & Maletsky (1996) ซึ่งสามารถ  
สรุปยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

1. การลองผิดลองถูก (Trial and error) เป็นวิธีที่ผู้เรียนมักใช้กับการแก้ปัญหาที่สามารถจะ  
ทดสอบคำตอบได้ แม้จะเป็นวิธีที่ไม่แน่นอนว่าจะได้คำตอบช้าเร็ว แต่ก็ เป็นวิธีที่ผู้เรียนสามารถทำได้  
สะดวก

2. การวาดภาพ (Picture) บางครั้งการวาดภาพประกอบก็ทำให้ผู้เรียนเข้าใจความซับซ้อน  
และบริบทของปัญหาง่ายขึ้น หรือทำให้ปัญหาที่เป็นนามธรรมเป็นรูปธรรมมากขึ้น

3. การสร้างโมเดล (Model) เป็นวิธีแก้ปัญหาโดยใช้การจำลองโมเดลของปัญหา เช่น การใช้  
สมการหรือกราฟสร้างโมเดล

4. การค้นหาแบบรูป (Pattern) ปัญหาบางอย่างมีแบบรูป การค้นหารูปแบบทั่วไปของ  
ปัญหาอาจทำให้พบความสัมพันธ์บางอย่าง และอาจมีประโยชน์ในการหาคำตอบ

5. การสร้างรายการ ตาราง และแผนภูมิ (List, table and chart) การจัดระบบหรือค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้ตารางหรือแผนภูมิ อาจทำให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาชัดเจนขึ้น และอาจทำให้การแก้ปัญหาง่ายขึ้น

6. การทำย้อนกลับ (working backward) เป็นการแก้ปัญหาโดยเริ่มต้นจากคำตอบที่ต้องการแล้วมองย้อนกลับไปหาข้อมูลหรือวิธีการแก้ปัญหาก่อนหน้า เพื่อจะตัดสินใจว่าจะต้องใช้ข้อมูลหรือทำงานอะไรก่อน

7. การใช้ปัญหาที่คุ้นเคยและง่ายกว่า (Familiar and simpler problem) เป็นการทำให้ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่เคยแก้ได้ หรือสามารถใช้วิธีแก้ปัญหาคือที่ง่ายกว่า

8. การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logical reasoning) เป็นการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการที่เป็นเหตุเป็นผลและไม่เกิดข้อขัดแย้ง เนื่องจากปัญหาทฤษฎีบางอย่างไม่เกี่ยวข้องกับการคำนวณแต่ต้องใช้เหตุผลในการคิด เช่น การเปรียบเทียบปริมาตรของภาชนะ การเรียงลำดับขั้นตอนการทำงาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2550) ได้ระบุว่า ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่สำคัญมีดังนี้

1. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเดา และตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดให้ ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง นำมาใช้เป็นกรอบในการเดาคำตอบของปัญหา แล้วตรวจสอบความถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องก็เดาใหม่ โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการเดาในครั้งแรกใช้เป็นข้อมูลในการสร้างกรอบในการเดาครั้งต่อไปที่มีขอบเขตแคบลง มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นและเข้าถึงคำตอบของปัญหาได้เร็วขึ้น การเดาต้องเดาอย่างมีเหตุผล มีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่เดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

2. ยุทธวิธีประมาณคำตอบ ในปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณ เมื่อกำหนดแนวทางและวิธีการคิดคำนวณได้แล้ว ในการหาคำตอบ อาจใช้การประมาณค่าจำนวนต่าง ๆ ให้มีค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มหน่วย จำนวนเต็มสิบ จำนวนเต็มร้อย หรือจำนวนเต็มอื่น ๆ แล้วแต่กรณี แล้วประมาณคำตอบจากการคิดคำนวณอย่างคร่าว ๆ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ค่อนข้างรวดเร็วกว่าการคิดคำนวณตรง ๆ บันทึกคำตอบที่ได้จากการประมาณนี้ไว้ คำตอบที่ได้จากการประมาณ จะช่วยให้มองเห็นภาพของคำตอบที่ต้องการและสามารถนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากการคิดคำนวณปกติเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ และในปัญหาบางปัญหาผลจากการประมาณคำตอบสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการหาคำตอบที่ต้องการได้

3. ยุทธวิธีเขียนภาพหรือแผนภาพ เด็กเล็กค่อนข้างจะมีความยากลำบากในการใช้สัญลักษณ์เพื่อแก้ปัญหา ทางเลือกที่ดีทางหนึ่งที่เป็นรูปธรรมมากกว่าคือ การใช้ภาพ และแผนภาพ สำหรับเด็กเล็กสามารถใช้ภาษาที่แทนด้วยรูปภาพในการบันทึกข้อสนเทศเกี่ยวกับการแก้ปัญหา เมื่อเด็กมีวุฒิภาวะขึ้น สิ่งแทนด้วยรูปภาพและแผนภาพจะเปลี่ยนไปเป็นตัวเลขและนิพจน์อย่างอื่นทางคณิตศาสตร์ การเขียนภาพหรือแผนภาพช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้นและบางครั้งสามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากการเขียนภาพหรือแผนภาพนั้น

4. ยุทธวิธีสร้างตัวแบบหรือแบบจำลอง ตัวแบบพบอยู่มากมายในคณิตศาสตร์ บางทีก็ใช้เป็นตัวแทนของโมโนมิติ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตัวแบบเหล่านี้มีประโยชน์ในการแนะนำสาระใหม่ในการช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจโมโนมิติตัวแบบ มีประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย ผู้เรียนควรจะได้รับภาระกระตุ้นให้ใช้ตัวแบบที่เหมาะสมในการทำความเข้าใจ และกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา เราสามารถใช้สิ่งต่าง ๆ ในการสร้างตัวแบบของสถานการณ์ปัญหา อาจใช้การสร้างตัวแบบหรือแบบจำลองด้วยสิ่งของ การตัดกระดาษ การพับกระดาษ รวมถึงการใช้ประโยชน์สัญลักษณ์ การใช้สมการในการแก้ปัญหา

5. ยุทธวิธีลงมือปฏิบัติ การลงมือปฏิบัติเป็นยุทธวิธีแก้ปัญหาประเภทหนึ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ เริ่มด้วยการทำคร่าว ๆ ก่อน โดยไม่เน้นความละเอียดและความประณีต เพื่อให้เห็นภาพรวมของงานที่ทำ เป็นยุทธวิธีที่ดีที่ทำให้นักเรียนได้คิดผ่านกระบวนการกระทำ และทำให้มองเห็นภาพของสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรม เข้าใจง่าย

6. ยุทธวิธีแจกแจงรายการ การแจกแจงรายการเป็นการนำเสนอสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ได้แก่ ข้อมูลที่กำหนดกรณีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่กำหนด โดยนำเสนอให้เป็นระบบระเบียบ ครบถ้วน เป็นหมวดหมู่ ป้องกันการเสนอซ้ำซ้อน อาจนำเสนอในรูปแบบตาราง เพื่อให้การพิจารณาใช้ประโยชน์จากข้อมูลทำได้สมบูรณ์ การแจกแจงรายการอาจนำเสนออย่างครบถ้วนทุกประเด็น โดยกรณีต่าง ๆ ที่จะนำเสนอมีจำนวนจำกัด หรืออาจนำเสนอเพียงบางรายการที่จำเป็นและเพียงพอต่อการหาคำตอบของปัญหาก็ได้

7. ยุทธวิธีสร้างตาราง ยุทธวิธีสร้างตาราง เป็นการจัดกระทำกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้เป็นระบบระเบียบ โดยนำมาเขียนลงในตารางช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การหาคำตอบที่ต้องการ การใช้ยุทธวิธีสร้างตาราง ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีประเด็นที่ควรพิจารณาดังนี้

7.1 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด

7.2 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีที่เป็นไปได้บางกรณี

7.3 สร้างตารางเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด (หรือมากกว่า)

7.4 สร้างตารางเพื่อค้นหาแนวโน้มทั่วไปของความสัมพันธ์

ยุทธวิธีสร้างตารางสามารถใช้ร่วมกับยุทธวิธีแก้ปัญหาอย่างอื่น เช่น การเดาและตรวจสอบ

การค้นหาแบบรูป

8. ยุทธวิธีค้นหาแบบรูป แบบรูปเป็นสิ่งที่ปรากฏอยู่แล้วในธรรมชาติ และเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น แบบรูปเป็นสาระสำคัญที่เด่นชัดในคณิตศาสตร์ การค้นหาและการใช้แบบรูปสามารถประยุกต์ได้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

9. ยุทธวิธีเปลี่ยนมุมมอง การเปลี่ยนมุมมองเสมือนว่าเป็นแนวทางของการคิดมากกว่าที่จะเป็นยุทธวิธี สำหรับยุทธวิธีนี้บางครั้งหมายถึง “หยุดคิดก่อน” (Breaking out) เพราะว่า ผู้แก้ปัญหาต้องหยุดคิด มองปัญหาให้รอบด้าน หาวิธี หามุมมองของปัญหาใหม่ ซึ่งอาจแปลกแยกไปจากวิธีปกติ

10. ยุทธวิธีนี้ถึงปัญหาที่คล้ายกัน เมื่อเผชิญกับปัญหาสิ่งหนึ่งที่ผู้แก้ปัญหาควรกระทำ คือ การพิจารณาว่า ปัญหานี้คล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่ ถ้าเป็นปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อน หรือมีบางส่วนของปัญหาคือคล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อน ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องคิด ทบทวนถึงวิธีการหรือยุทธวิธีที่เคยใช้ แล้วพิจารณาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

11. ยุทธวิธีทำปัญหาให้ง่ายหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย ปัญหาบางปัญหาคือเหมือน เป็นปัญหาใหญ่ อาจเป็นเพราะขนาดของจำนวน หรือความซับซ้อนของปัญหา การทำปัญหาให้ง่ายขึ้นจะช่วยทำให้สามารถกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา และนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหาที่กำหนดได้ วิธีการหนึ่งในการทำปัญหาให้ง่าย คือ การแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ หรือเริ่มต้นด้วยปัญหาที่มีระดับความซับซ้อนน้อยลง การทำปัญหาให้ง่ายขึ้นนั้นสามารถนำมาใช้เพื่อให้สามารถค้นหาแบบรูปของการหาคำตอบได้

12. ยุทธวิธีใช้ตัวแปร การแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้กระทำโดยสมมติตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า สร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่ปัญหากำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้น แล้วพิจารณาหาคำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น ปัญหาบางปัญหาสามารถสร้างความสัมพันธ์ในรูปแบบการที่สอดคล้องกับปัญหาได้แก่สมการ แล้วพิจารณาความเป็นไปได้จากคำตอบของสมการนั้น



13. ยุทธวิธีให้เหตุผล การให้เหตุผลในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา ผนวกกับความรู้ที่มีมาก่อน เป็นเหตุบังคับให้นำไปสู่ผล ซึ่งเป็นคำตอบของปัญหา ยุทธวิธีให้เหตุผลมักใช้ร่วมกับยุทธวิธีอื่น ๆ

14. ยุทธวิธีทำย้อนกลับ การทำย้อนกลับเป็นยุทธวิธีเฉพาะ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาบางปัญหาที่สามารถแก้ปัญหาโดยเริ่มต้นจากสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ แล้วหาความเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่ปัญหาต้องการ ซึ่งทำได้ค่อนข้างยาก แต่ว่าการเริ่มต้นพิจารณาจากสิ่งที่ปัญหาต้องการ แล้วหาความเชื่อมโยงย้อนกลับไปสู่สิ่งที่ปัญหากำหนดให้ทำได้ง่ายกว่า เป็นยุทธวิธีที่มีคุณค่าสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้ เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผล มีการวิเคราะห์จากผลไปหาเหตุ

จากการศึกษายุทธวิธีการแก้ปัญหา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ยุทธวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สำเร็จ ยุทธวิธีแก้ปัญหามีอยู่หลายวิธี ผู้วิจัยได้เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ดังนี้

1. การสร้างแบบรูป เป็นการค้นหาแบบรูปทั่วไปของปัญหา ทำให้พบความสัมพันธ์บางอย่าง และอาจมีประโยชน์ในการหาคำตอบ
2. การเขียนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ เป็นการแสดงความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา แสดงวิธีการนำไปสู่การดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง
3. การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ เป็นการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการเชื่อมโยงกันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ไม่เกิดข้อขัดแย้งของลำดับที่สร้างขึ้น

เนื่องจากยุทธวิธีการแก้ปัญหาทั้ง 3 เป็นยุทธวิธีที่สอดคล้องและเหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม เหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ให้เกิดการแก้ปัญหาที่เป็นขั้นตอนมากยิ่งขึ้น

#### 5.4 แนวทางการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) เสนอวิธีการสอนของครูโดยพิจารณาตามกระบวนการของโพลยา เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการช่วยพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา
  - 1.1 ควรพัฒนาทักษะในการอ่านโดยให้นักเรียนฝึกการอ่านและทำความเข้าใจข้อความ

ในปัญหาที่ครูยกมาเป็นตัวอย่างในการสอนก่อนที่จะมุ่งไปที่วิธีทำเพื่อหาคำตอบ โดยฝึกเป็นรายบุคคล หรือฝึกเป็นกลุ่ม อภิปรายร่วมกันถึงสาระสำคัญของโจทย์ปัญหา ความเป็นไปได้ของคำตอบที่ต้องการ ความพอเพียงหรือความมากเกินไปของข้อมูลที่กำหนดให้

1.2 ควรใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ เขียนแผนภาพ หรือสร้างแบบจำลอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาเป็นรูปธรรมมากขึ้น สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

1.3 ควรนำปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกทำเพื่อความเข้าใจ เช่น การนำปัญหาที่กำหนดข้อมูลให้เกิดความจำเป็น หรือกำหนดข้อมูลไม่เพียงพอมาให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ข้อมูลว่าข้อมูลที่กำหนดให้ข้อมูลใดใช้ได้บ้าง หรือว่าข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่

## 2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนปัญหา

2.1 ต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้คิดด้วยตนเอง เช่น การใช้คำถามนำ โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ที่โจทย์ปัญหากำหนดให้ หยุดใช้คำถามเมื่อผู้เรียนมองเห็นแนวทางการแก้ปัญหา

2.2 ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมา คือ สามารถบอกให้ผู้อื่นทราบว่าตนเอง คืออะไร การคิดออกมา อาจอยู่ในรูปการบอกเล่าหรือการเขียนแผนภาพ และแบบแผนแสดงลำดับขั้นตอน การคิดออกมาให้ผู้อื่นทราบทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3 ควรสร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้รู้จักคิดวางแผนก่อนลงมือทำสิ่งใด ๆ เพราะจะทำให้สามารถประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ควรเน้นวิธีการแก้ปัญหาให้สำคัญกว่าคำตอบที่ได้ เพราะวิธีการสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางกว่า

2.4 ควรจัดหาปัญหาให้นักเรียนฝึกบ่อย ๆ ซึ่งต้องเป็นปัญหาที่ท้าทาย และน่าสนใจ

2.5 ควรส่งเสริมให้รู้จักใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาแต่ละข้อให้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิดและจะมีโอกาสได้ฝึกการวางแผนมากขึ้น

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน ควรฝึกให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และควรให้ผู้เรียนฝึกการตรวจสอบ การวางแผนก่อนที่จะเริ่มทำตามแผน โดยพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้แล้วพิจารณาว่าวิธีการเหมาะสมถูกต้องกับการแก้ปัญหานั้น ๆ หรือไม่

## 4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผล/คำตอบ

4.1 ควรกระตุ้นให้เห็นความสำคัญของการตรวจสอบวิธีทำ และคำตอบให้เคยชินโดย



ครูอาจสร้างกิจกรรมให้นักเรียน ได้ฝึกการตรวจสอบความถูกต้อง หาข้อบกพร่องจากการแสดงการ แก้ไขปัญหาที่ครูยกตัวอย่างมาให้

4.2 ควรกระตุ้นให้รู้จักตีความหมายของคำตอบที่ได้ว่ามีความหมายสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่

4.3 ควรสนับสนุนให้ทำแบบฝึกหัด โดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อเป็นการตรวจสอบวิธีการที่ใช้นั้นกับวิธีการอื่น ว่าวิธีใดสามารถใช้หาคำตอบในปัญหานั้นได้ดีกว่า

4.4 ควรให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนเพื่อช่วยทำให้มีความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหา ทำให้สามารถมองเห็นแนวทางในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่น ๆ ได้

ศศิธร แม้นสงวน (2555) กล่าวว่า แนวทางการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นั้น ครูอาจจะทำได้โดยให้ผู้เรียนฝึกการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการทำงาน ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบคำตอบ และความสมเหตุสมผลในกระบวนการแก้ปัญหา อาจใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบการคิด เช่น การทำผังความคิด การทำแผนภูมิ การทำตาราง การคิดย้อนกลับ การวาดภาพ ในการจัดการเรียนรู้ครูต้องให้ออกาสผู้เรียนได้ มีโอกาสคิดด้วยตนเอง ให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือปัญหา หรือเกมที่น่าสนใจ การท้าทายความคิด ครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนในแต่ละกลุ่มผู้เรียน บางกลุ่มอาจต้องใช้ปัญหาที่ซับซ้อนหรือมากกว่าที่กำหนดไว้ในหลายหลักสูตร ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาครูต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องมีทักษะการแปลความหมายทางภาษา การอ่านโจทย์ปัญหา เพราะถ้าผู้เรียนอ่านแล้วแปลความหมายไม่ได้ ก็ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ ผู้เรียนควรจะต้องแยกแยะสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้

2. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นสำคัญที่สุด ที่ต้องอาศัยความรู้ความเหมาะสมในการวางแผนแก้ปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ ตาราง การสังเกตหาแบบรูปหรือ การหาความสัมพันธ์ ในบางปัญหาอาจใช้การคาดการณ การคาดเดาคำตอบ ครูต้องสอนขั้นตอนนี้ให้มากขึ้น

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์หรือการอธิบาย และแสดงเหตุผล

4. ขั้นตรวจสอบหรือการคิดค้นย้อนกลับ ต้องอาศัยในการคำนวณ การประมาณคำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ทำได้โดยอาศัยความรู้เชิงจำนวนหรือความรู้เชิงปริภูมิ ในการพิจารณาความสมเหตุสมผล

ในการจัดการเรียนรู้ ครูสามารถใช้กิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างค่อยเป็นค่อยไปโดยกำหนดประเด็นให้คิดหาคำตอบเป็นลำดับเรื่อยไป จนผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้

#### 5.5 การวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวัดผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังที่ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2556) ได้ระบุว่าการประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มุ่งประเมินความสามารถของผู้เรียนในการประยุกต์ใช้ความคิดรวบยอด ขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ การใช้เหตุผลและยุทธวิธีคิดต่าง ๆ ในการหาหนทางเพื่อไปสู่ผลที่ต้องการของปัญหาหรืองาน ดังนั้น การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มีสถาบันทางการศึกษา และนักการศึกษา ได้ระบุถึงเกณฑ์การวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

##### ตัวอย่างเกณฑ์การใช้คะแนนแบบองค์รวม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) ได้ระบุถึงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบองค์รวม ดังนี้



ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน</li> <li>- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน</li> <li>- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน</li> <li>- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน</li> <li>- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง</li> <li>- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา ยังไม่ชัดเจน</li> <li>- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน</li> </ul>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง</li> <li>- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา</li> <li>- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง</li> </ul>

กรมวิชาการ (2546) ได้ระบุตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบองค์รวม ดังนี้

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	คำตอบถูกต้อง และแสดงวิธีการทำที่มีประสิทธิภาพ โดยแสดงถึงการคิดอย่างเป็นระบบ และการคิดวิเคราะห์
3	คำตอบถูกต้อง และแสดงวิธีทำที่ถูกต้องสมบูรณ์
2	คำตอบไม่ถูกต้อง แต่แสดงวิธีทำที่ถูกต้อง
1	คำตอบไม่ถูกต้อง มีการแสดงวิธีทำแต่ยังไม่สมบูรณ์
0	คำตอบไม่ถูกต้อง แสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง

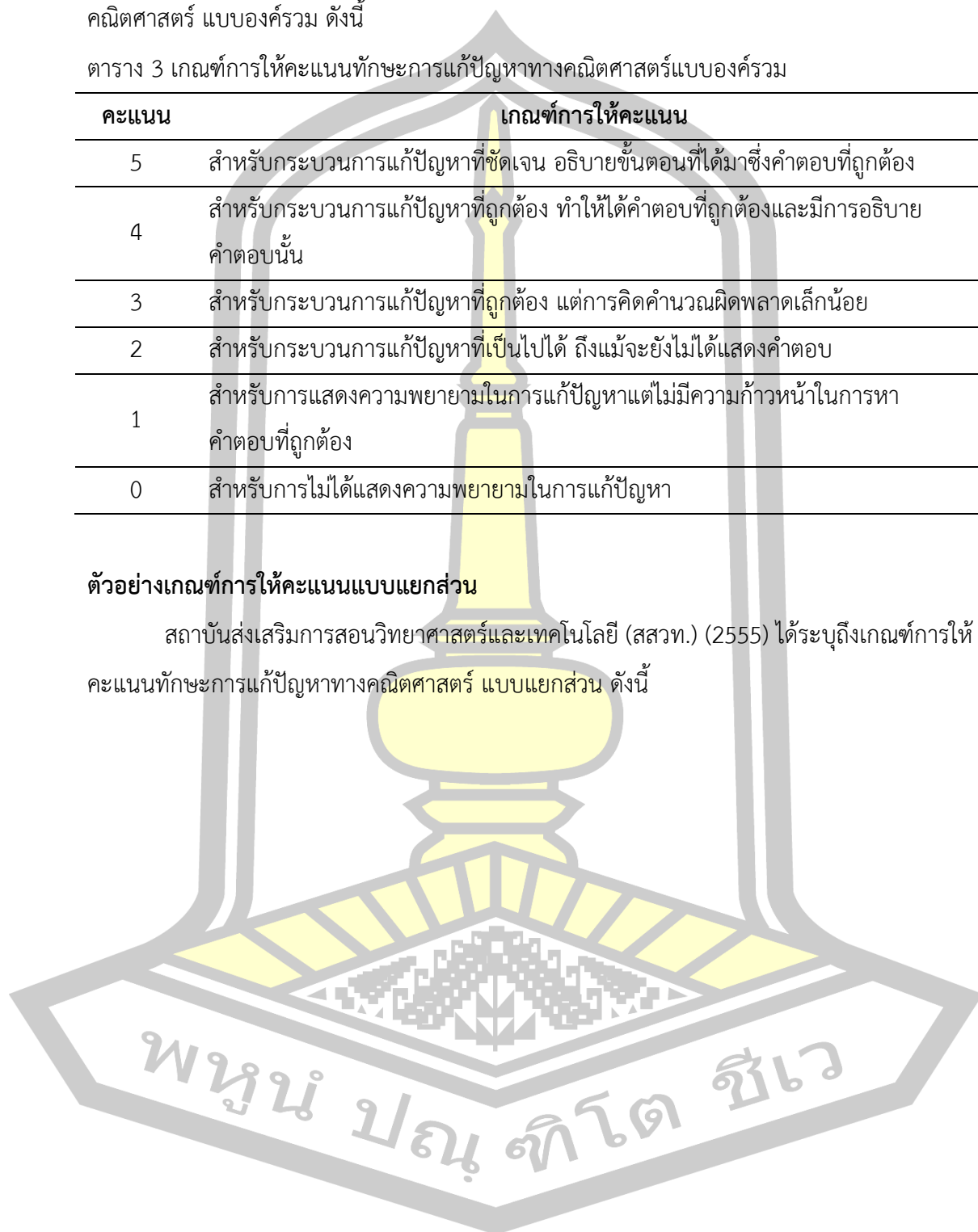
สิริพร ทิพย์คง (2545) ได้กล่าวถึงตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบองค์รวม ดังนี้

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
5	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ชัดเจน อธิบายขั้นตอนที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง
4	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและมีการอธิบายคำตอบนั้น
3	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง แต่การคิดคำนวณผิดพลาดเล็กน้อย
2	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ถึงแม้จะยังไม่ได้แสดงคำตอบ
1	สำหรับการแสดงความพยายามในการแก้ปัญหาแต่ไม่มีความก้าวหน้าในการหาคำตอบที่ถูกต้อง
0	สำหรับการไม่ได้แสดงความพยายามในการแก้ปัญหา

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) ได้ระบุถึงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบแยกส่วน ดังนี้



ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การให้คะแนน
ความเข้าใจปัญหา	3	ดี	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1	ต้องปรับปรุง	เข้าใจปัญหาน้อยมาก หรือไม่เข้าใจปัญหา
การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2	พอใช้	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1	ต้องปรับปรุง	เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
การใช้วิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2	พอใช้	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1	ต้องปรับปรุง	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา
การสรุปคำตอบ	3	ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	พอใช้	สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1	ต้องปรับปรุง	ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

พหุ ประถมศึกษา

สิริพร ทิพย์คง (2545) กล่าวถึงตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนในการแก้ปัญหา และ 3) การดำเนินการตามแผนและคำตอบที่ได้ ดังนี้

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการ	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
การทำความเข้าใจปัญหา	4	สำหรับความเข้าใจในโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	สำหรับความเข้าใจในโจทย์ปัญหาในแต่ละส่วนของโจทย์ปัญหา
	0	สำหรับความเข้าใจในโจทย์ปัญหาผิด
การวางแผนในการแก้ปัญหา	4	สำหรับการวางแผนแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง
	2	สำหรับการวางแผนการแก้ปัญหบางส่วนได้ถูกต้อง
	0	สำหรับการไม่มีความพยายามที่จะแก้ปัญหาหรือการวางแผนไม่เหมาะสม
การดำเนินการตามแผนและคำตอบที่ได้	3	สำหรับการดำเนินการตามแผนและคำตอบที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	สำหรับการดำเนินการตามแผนถูกต้องแต่ตอบผิด
	1	สำหรับการคิดคำนวณไม่ถูกต้อง หรือยกจำนวนมาคิดไม่ถูกต้อง (ขาดความรอบคอบ ทำให้ลอกโจทย์มาคิดผิด) หรือมีบางส่วนของคำตอบถูก
	0	สำหรับคำตอบที่ผิดหรือไม่มีคำตอบ

พูน ปรณ ทิโต ชีเว

จากตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีดที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน เพราะที่ผู้วิจัยต้องการวัดผลขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยสังเคราะห์เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ความเข้าใจปัญหา	2	สามารถอธิบายข้อมูลที่โจทย์กำหนด และโจทย์ต้องการถาม ได้อย่างถูกต้อง
	1	สามารถอธิบายข้อมูลที่โจทย์กำหนด และโจทย์ต้องการถามได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่สามารถอธิบายข้อมูลที่โจทย์กำหนด และโจทย์ต้องการถาม ได้
การวางแผนในการแก้ปัญหา	2	แสดงขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	1	แสดงขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	แสดงขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการแสดงการวางแผนการแก้ปัญหา
ขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามแผน	4	แก้ปัญหาได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2	แก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	แก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การสรุปคำตอบ	1	มีการสรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	0	ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

พหุ ประถมศึกษา



## ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

### 6.1 ความหมายและประเภทของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2550) ได้ระบุถึงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ฝึกฝนทักษะและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน เพราะการที่ผู้เรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้ง และยาวนานขึ้น ตลอดจนช่วยให้ผู้เรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ ซึ่งจำแนกเป็น 2 แบบ คือ

#### 1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีหรือกะทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

#### 2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหา และความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และนักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร (2555) กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์วิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน และได้แบ่งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

#### 1. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้และทักษะและกระบวนการต่าง ๆ

ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายมากขึ้น

#### 2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ เป็นการนำความรู้และทักษะและกระบวนการ

ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหา และความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ตัวอย่างเช่น การนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการซื้อสินค้า เช่น ถ้าซื้อไข่ไก่ 3 ฟอง ราคา 10 บาท แต่ถ้าซื้อไข่ไก่ 5 ฟอง ราคา 15 บาท ควรจะซื้ออย่างไร จึงจะได้ไข่ไก่ราคาถูกที่สุด

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2556) ได้ระบุว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสร้างความสัมพันธ์ของความรู้หรือปัญหา คณิตศาสตร์ที่เรียนมา กับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ตนเองพบเพื่อเรียนรู้หรือแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน และได้แบ่งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่น ๆ

จากที่นักการศึกษากล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานแนวคิด ความรู้ และหลักการทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกันภายในรายวิชาคณิตศาสตร์ หรือศาสตร์อื่น ๆ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม ซึ่งสามารถแบ่งประเภททักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่กับศาสตร์อื่น ๆ
3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

ซึ่งในการวิจัย ผู้วิจัยได้สนใจในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เพราะหาเนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรม เป็นเนื้อที่เกี่ยวกับชีวิตจริง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เพื่อให้ผู้เรียนก้าวทันการเรียนรู้ในยุคศตวรรษที่ 21 และสามารถนำมาใช้ในชีวิตจริงได้

## 6.2 การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555) กล่าวถึงการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงไว้ว่าทักษะการเชื่อมโยงเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง คือ ผู้สอน โดยผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงของผู้เรียน ดังนี้

1. ผู้สอนควรเลือกปัญหาที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งภายนอกและภายในวิชาคณิตศาสตร์ รวมไปถึงการช่วยให้ผู้เรียนสร้างและพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนไม่ควรสอนแบบรวบรัด แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ และผู้สอนจำเป็นต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจในความคิดรวบยอดใหม่ของผู้เรียน

2. ผู้สอนควรให้ผู้เรียนปฏิบัติงานหรือกิจกรรมแล้วแปลงกิจกรรมเหล่านั้นออกมาเป็นรูปภาพ แผนภูมิ กราฟ หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ

3. ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองโดยการใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย เช่น ปัญหานี้หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องนี้เหมือนกับปัญหาอื่นหรือเรื่องที่เคยเรียนมาก่อนหรือไม่ อย่างไร ทำไมจึงคิดเช่นนั้น คำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้หรือไม่ เราเคยเห็นคำถามแบบนี้ที่ไหนหรือไม่ แนวคิดเหล่านี้สัมพันธ์กันอย่างไร ใครมีความคิดเห็นที่แตกต่างจากนี้หรือไม่ งานที่เราทำวันนี้สัมพันธ์กับงานที่เราทำเมื่อวันก่อนหรือไม่ อย่างไร

4. ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พวกเขาสนใจ เนื่องจาก การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของผู้เรียน จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสนุกกับการเรียนรู้ และผู้เรียนได้ทำงานอย่างมีความหมาย อีกทั้งกิจกรรมหรือปัญหาที่ให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดและแสดงเห็นผลได้

5. ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนหาข้อมูลนอกห้องเรียน เนื่องจากเป็นการช่วยให้พวกเขาเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง การเก็บรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นเป็นการเพิ่มความสามารถของผู้เรียนให้สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตจริง รวมทั้งนักเรียนจะมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น จำนวน ขนาด รูปร่าง และแบบรูป โดยผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูล

6. ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการนำความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตจริง โดยทำควบคู่กับการสอนเนื้อหาปกติ

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวถึงการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงไว้ว่าสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงได้ คือ ผู้เรียนต้องมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จะนำไปใช้เชื่อมโยงเป็นอย่างดี มีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันของสิ่งที่จะเชื่อมโยง และมีทักษะในการเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงจึงไม่ควรแยกเนื้อหาที่สัมพันธ์กันออกจากกัน แต่ควรสอน

ร่วมกันไป เช่น การสอนทั้งจำนวนและการดำเนินการ พีชคณิต เรขาคณิต เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกันและสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ผู้สอนต้องตระหนักถึงประเด็นนี้ และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

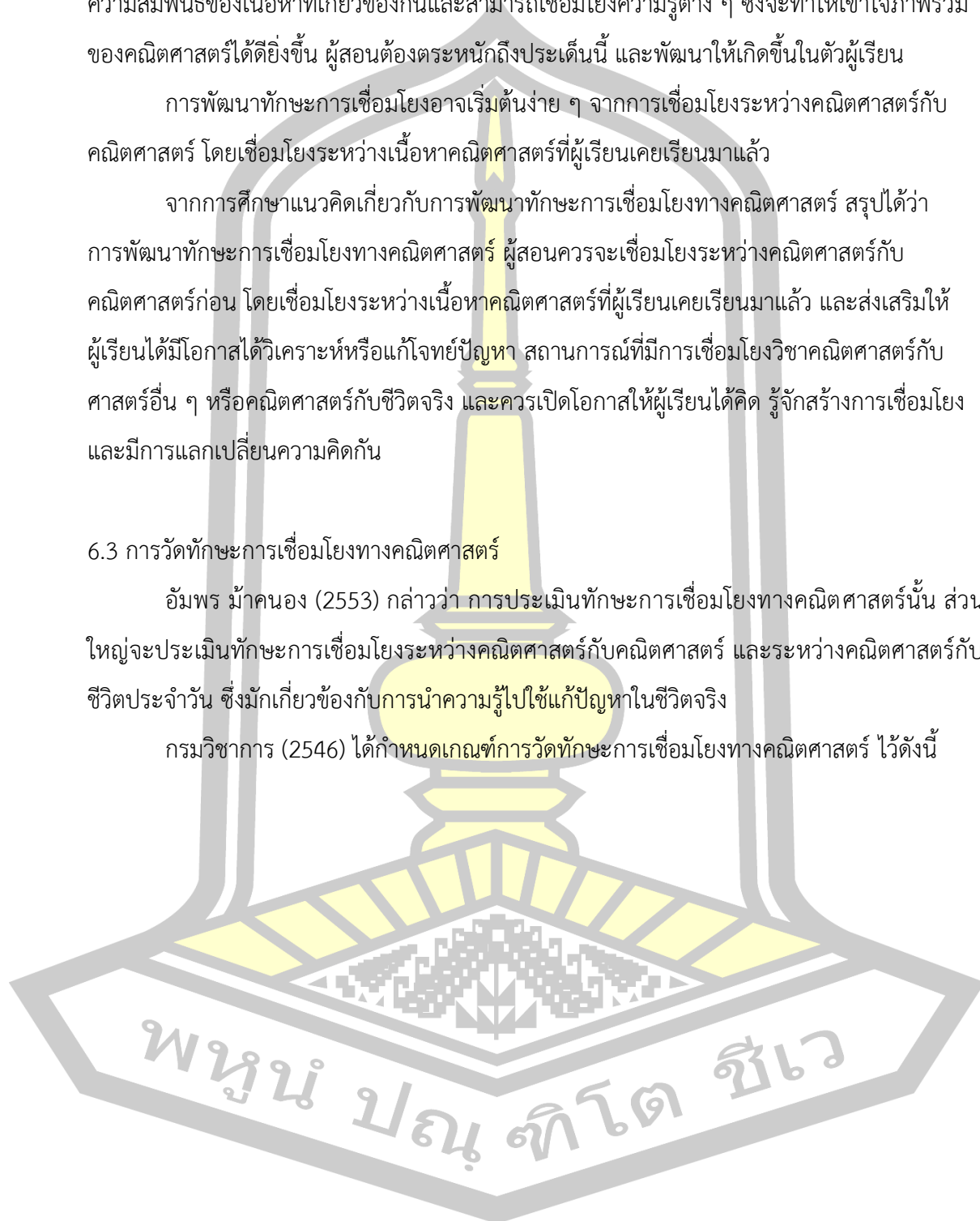
การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงอาจเริ่มต้นง่าย ๆ จากการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ โดยเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเคยเรียนมาแล้ว

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ก่อน โดยเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเคยเรียนมาแล้ว และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้วิเคราะห์หรือแก้โจทย์ปัญหา สถานการณ์ที่มีการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง และควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด รู้จักสร้างการเชื่อมโยงและมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

### 6.3 การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคอง (2553) กล่าวว่า การประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้น ส่วนใหญ่จะประเมินทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ และระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง

กรมวิชาการ (2546) ได้กำหนดเกณฑ์การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้



ตาราง 7 เกณฑ์การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ทักษะการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
4	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น หรือในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรืออธิบายข้อสรุปได้อย่างชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
3	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น หรือในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรืออธิบายข้อสรุป แต่ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง
2	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น หรือในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน และอธิบายข้อสรุปไม่ถูกต้อง
1	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น หรือในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม แต่มีความพยายามเขียนอธิบาย
0	ไม่มีการเชื่อมโยง/ ไม่มีร่องรอยในการหาคำตอบ

เวชฤทธิ์ อังคนะภักทรขจร (2555) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ตาราง 8 เกณฑ์การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ความหมาย	ทักษะการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
4	ดีมาก	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ สาระอื่น และชีวิตประจำวันอย่างสอดคล้องและเหมาะสม
3	ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ สาระอื่น และชีวิตประจำวันได้บางส่วน
2	พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ สาระอื่น แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้
1	ปรับปรุง	พยายามนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงแต่ไม่เหมาะสม
0	ไม่พยายาม	ไม่มีการเชื่อมโยงใด ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ตาราง 9 เกณฑ์การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ความหมาย	ทักษะการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
3	ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงได้อย่างเหมาะสม
2	พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงได้บางส่วน
1	ต้องปรับปรุง	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงไม่เหมาะสม หรือไม่มีการเชื่อมโยงความรู้

จากการศึกษาเกณฑ์การประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้เลือกพัฒนาจากเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยได้ปรับลำดับการให้คะแนนเป็น 4 ระดับ ดังตาราง 10





ตาราง 10 เกณฑ์การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ทักษะการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
3	- สามารถระบุความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่นำไปแสดงแนวคิดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
2	- สามารถระบุความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่นำไปแสดงแนวคิดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน <b>หรือ</b> - ไม่สามารถระบุความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่นำไปแสดงแนวคิดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง
1	- สามารถระบุความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่นำไปแสดงแนวคิดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ไม่ถูกต้อง <b>หรือ</b> - ไม่สามารถระบุความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่นำไปแสดงแนวคิดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน
0	- ไม่สามารถระบุความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่นำไปแสดงแนวคิดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และไม่สามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้





## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

สุรพงษ์ บรรจจุสุข (2547) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทน และความพึงพอใจทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่เรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้โดยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้กับวิธีสอนตามคู่มือครูคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า 1) ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 81.29/75.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) นักเรียนที่เรียนตามแผนการเรียนรู้โดยวิธีสอนแบบกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรมในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการเรียนรู้โดยวิธีสอนตามคู่มือครูคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่เรียนตามแผนการเรียนรู้โดยวิธีสอนแบบกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้ มีความคงทนทางการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการเรียนรู้โดยวิธีสอนตามคู่มือครูคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) นักเรียนที่เรียนตามแผนการเรียนรู้โดยวิธีสอนแบบกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้ มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

ศศิธร แก้วรักษา (2547) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีประสิทธิภาพ 82.11/83.59 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าว สูงกว่า ก่อนการได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิทักษ์ สวนดี (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อินเทอร์เน็ต และการสร้างเว็บเพจการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา มีการคิดวิเคราะห์สูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่เรียนรู้แบบซิปปา และเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์และเจตคติไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่เรียนรู้แบบซิปปา มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

มุกดา ไสวารี (2552) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลซิปปา ในรายวิชา คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โรงเรียนเทศบาลวัดกลาง สำนัก การศึกษา เทศบาลนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีจำนวนนักเรียน ที่ผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 88.57 โดยรวมทั้งระดับชั้นมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.50 คะแนน อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ของ นักเรียนทั้งหมด มีคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป และ ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลซิปปา พบว่า ความคิดเห็นของนักเรียนทั้งในภาพรวมและรายด้าน คือ ด้านรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และด้านคุณลักษณะ อื่น ๆ อยู่ในระดับมาก

ชัชวาล บัวริคาน (2559) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง การเรียง สับเปลี่ยน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง การ เรียงสับเปลี่ยน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบ ซิปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัศวิน พุ่มมรินทร์ (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สูงกว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และมีความสามารถใน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมี ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

จันทิ สติศาสตร์ (2549) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ซิปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า แผนการจัดการกิจกรรมการ เรียนรู้โดยใช้ซิปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มี

ประสิทธิภาพ 78.42/76.09 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ซีปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6421 และนักเรียนที่เรียน ด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ซีปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์ สามารถคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนได้ทั้งหมด โดยสรุป แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ซีปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ สามารถแก้ปัญหาและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามความมุ่งหมายของหลักสูตรได้เป็นอย่างดี

#### งานวิจัยต่างประเทศ

Wade (1995) ได้ศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์แบบแก้ปัญหาตามแนวคอนสตรัคติวิ สซึมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเชื่อมั่นในตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเมื่อเรียนโดยวิธีสอนแบบ แก้ปัญหาตามแนวคอนสตรัคติวิสซึม มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเพิ่มขึ้นสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า เจตคติ และความเชื่อมั่นในตนเองต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้น

Piazza (1995) ได้วิจัยเชิงคุณภาพสำรวจการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติ วิสซึม พบว่า การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสซึมช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การสร้างองค์ความรู้ด้าน คณิตศาสตร์ดีขึ้นช่วยให้ครูผู้สอนได้พัฒนาการสอนของตนเอง

Alsup (1996) ได้ศึกษาผลของการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสซึมของนักศึกษาฝึกสอนโดย ใช้การเรียนรู้แบบแก้ปัญหาภายใต้แนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึมในวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ พบว่า วิธีสอนภายใต้แนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึมสามารถพัฒนาการเรียนเรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละของนักศึกษาฝึกสอน ลดความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์และ ช่วยให้นักศึกษาฝึกสอนมีความมั่นใจที่จะสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Whicker (1999) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการจากการเรียนแบบร่วมมือในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นสูง และศึกษาความรู้สึกของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้การเรียนแบบร่วมมือ และให้รางวัลเป็นกลุ่ม เมื่อเปรียบเทียบกับรางวัลเป็นรายบุคคล แบ่งนักเรียนระดับมัธยมศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เรียนรู้แบบร่วมมือและการให้รางวัลเป็นกลุ่ม กลุ่มที่ 2 เรียนรู้แบบร่วมมือและการให้รางวัลเป็นรายบุคคล และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม เรียนตามวิธีการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียน ทั้ง 3 กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่ได้รับรางวัลเป็นกลุ่มไม่ชอบการเรียนแบบร่วมมือเป็นกลุ่ม เนื่องจากไม่ชอบวิธีการจัดกลุ่มหรือไม่ชอบสมาชิกภายในกลุ่ม นักเรียนเก่งกว่าระบุว่ารางวัลควรให้ตามการมีคะแนนเพิ่มของแต่ละคนและการให้รางวัลในกลุ่มทำให้สมาชิกในกลุ่มทุ่มเทความพยายามในการทำงานอย่างจริงจังมากขึ้น และมีความรู้สึกทางบวกต่อการเรียนแบบร่วมมือและการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น นักเรียนในกลุ่มที่ให้รางวัลแบบรายบุคคลประมาณ 1 ใน 3 ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในการเรียนแบบร่วมมือ แต่บางส่วนต้องการให้เปลี่ยนสมาชิกในกลุ่มบ่อย ๆ นักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือทั้ง 2 กลุ่มยอมรับว่าการเรียนแบบร่วมมือมีผลทางบวกต่อพวกเขาในการพัฒนาทักษะในการสื่อสารระหว่างสมาชิกด้วยกัน หรือมีทักษะมนุษย์สัมพันธ์มากขึ้น

Staple (2004) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานร่วมกันของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยศึกษาปัญหาการเรียนแบบร่วมมือในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร ครูและนักเรียนจะมีบทบาทอย่างไรในการเรียนแบบนี้ การเรียนแบบช่วยเหลือกันเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยการบันทึกวิดีโอ การสัมภาษณ์ การสำรวจและชิ้นงานในชั้นเรียน ผลการศึกษาพบว่าวิธีการสอนของครูเกี่ยวข้องกับความพยายามในการจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนที่เอื้อต่อการเรียนแบบช่วยเหลือกันของนักเรียน มีการกำหนดกรอบความคิดสองแนวทางคือ 1) การสร้างครูให้มีบทบาทเป็นผู้สนับสนุนการเรียนแบบช่วยเหลือกันของนักเรียน 2) การสร้างให้มีตัวแบบในการให้นักเรียนพัฒนาบุคลิกที่ส่งเสริมการเรียนแบบช่วยเหลือกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา พบว่า เมื่อนำรูปแบบการเรียนรู้อย่างซิปปามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับครูผู้สอนและเพื่อน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำมาทดลองใช้กับนักเรียนเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้แบบซิปปาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
3. วิธีดำเนินการวิจัย
4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนตุมใหญ่วิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 116 คน จาก 4 ห้องเรียน เป็นนักเรียนความสามารถทางด้านการศึกษา

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนตุมใหญ่วิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบความสามารถ

##### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลาในการทำวิจัย 20 คาบ ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนการสอน 18 คาบ และทำการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน 2 คาบ โดยผู้วิจัยสอนด้วยตนเอง

## การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้เครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 แผน รวมทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชนิดปรนัย จำนวน 20 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม แบบอัตนัย 1 ชุด จำนวน 5 ข้อ

### การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

สำหรับเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

#### 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนตุมใหญ่วิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

พูน ปณ ทิโต ชีเว



ตาราง 11 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลา ตามโครงสร้างรายวิชา  
คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

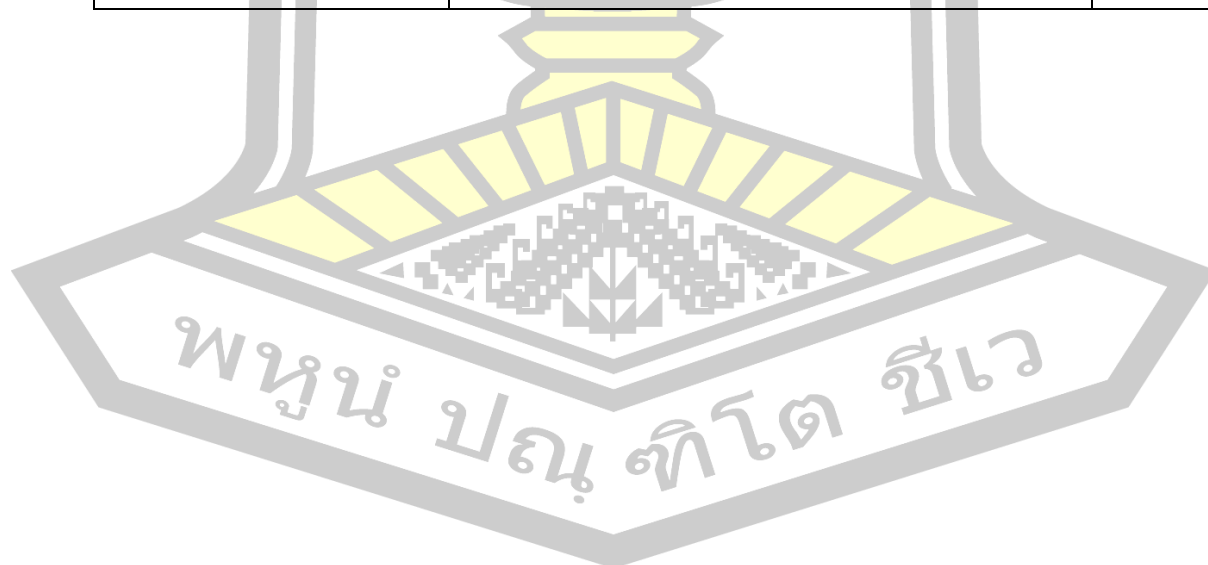
สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
1. ลำดับ		
1.1 ความหมายของลำดับ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนอธิบายความหมายของลำดับ ลำดับจำกัด หรือลำดับอนันต์ได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถเขียนลำดับในรูปแจกแจงพจน์ เมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปได้</li> </ol>	2
1.2 การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตที่กำหนดให้ได้</li> </ol>	2
1.3 ลำดับเลขคณิต	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุลำดับที่เป็นลำดับเลขคณิต และหาพจน์ของลำดับเลขคณิตได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถหาพจน์ที่ 1 และผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถหาพจน์ที่ <math>n</math> ของลำดับเลขคณิตได้</li> </ol>	2
1.4 ลำดับเรขาคณิต	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบุลำดับที่เป็นลำดับเรขาคณิตและหาจำนวนพจน์ของลำดับเรขาคณิตได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถหาพจน์ที่ 1 และผลต่างร่วมของลำดับเรขาคณิตได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถหาพจน์ที่ <math>n</math> ของลำดับเรขาคณิตได้</li> </ol>	2





ตาราง 11 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
2. อนุกรม 2.1 ความหมายของ อนุกรม	1. นักเรียนอธิบายความหมายของอนุกรมได้	1
2.2 อนุกรมเลขคณิต	1. นักเรียนสามารถหาผลบวก $n$ พจน์ของอนุกรมเลข คณิตได้	2
2.3 อนุกรมเรขาคณิต	1. นักเรียนสามารถหาผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรม เรขาคณิตได้	2
3. โจทย์ปัญหาลำดับและ อนุกรม	1. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องลำดับเลขคณิตไปใช้ ในการแก้ปัญหาได้ 2. นักเรียนนำความรู้เรื่อง ลำดับเรขาคณิตไปใช้ในการ แก้ปัญหาได้ 3. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องอนุกรมเลขคณิตไปใช้ ในการแก้ปัญหาได้ 4. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องอนุกรมเรขาคณิตไป ใช้ในการแก้ปัญหาได้	5



ตาราง 12 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และเวลา

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	เวลา(คาบ)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	ปฐมนิเทศ	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	ความหมายของลำดับ	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	ลำดับเลขคณิต	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับลำดับเลขคณิต	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	ลำดับเรขาคณิต	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับลำดับเรขาคณิต	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8	ความหมายของอนุกรม	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9	อนุกรมเลขคณิต	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10	อนุกรมเรขาคณิต	2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอนุกรมเรขาคณิต	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12	ทดสอบหลังเรียน	1
<b>รวม</b>		20

4. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

5. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบซิปปา (CIPPA Model) ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสาระสำคัญ จุดประสงค์ การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล ในแต่ละแผน แล้วปรับปรุงตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาเสนอแนะ

6. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบซิปปา (CIPPA Model) ที่ปรับแล้วเสนอ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจน และความถูกต้อง สอดคล้องระหว่างสาระสำคัญ จุดประสงค์กับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล ดังรายชื่อต่อไปนี้

a. ผศ.ดร.มะลิวัลย์ ฤๅนาพรรณ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบ CIPPA

6.2 ดร.ภาณุวัชร ปุระณะศิริ ศึกษาบัณฑิต สพม.32 ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและวัดผลทางการศึกษา

6.3 นางสาวพจนา เบญจมาศ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนตุมใหญ่วิทยา จังหวัดบุรีรัมย์ ปรินญญาหมาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

6.4 นายอัครณัฐ บุญมะยา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

6.5 นางสาวทัศนีย์ เวียงวิเศษ ปรินญญาหมาบัณฑิต วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา โรงเรียนชุมชนคนสวน จังหวัดขอนแก่น ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

7. นำคะแนนประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

แล้วหาค่าเฉลี่ยจากผลรวมของคะแนนทั้งหมด โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

(บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เพื่อหาค่าเฉลี่ยความเหมาะสมจากผลรวมของคะแนนทั้งหมดพบว่า ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ย 4.91 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 22)

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
9. นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขในส่วนของการทำงานกิจกรรมในชั้นเรียน และในส่วนของโจทย์เพิ่มเติมในเอกสาร แล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย
10. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ไปทดลองใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

## 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัยแบบอิงเกณฑ์ จำนวน 4 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู คู่มือการประเมินผลการเรียนรู้แบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาวิธีการ หลักการในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ เพื่อศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ และการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
4. สร้างแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 35 ข้อ ต้องการจริง 20 ข้อ ดังตาราง

ตาราง 13 การวิเคราะห์ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้จริง
1. ความหมาย ชนิด และการหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด	1. นักเรียนอธิบายความหมายของลำดับ ลำดับจำกัดหรือลำดับอนันต์ได้	2	0
	2. นักเรียนสามารถเขียนลำดับในรูปแจกแจงพจน์ เมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปได้	3	3
2. ลำดับเลขคณิตและการหาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเลขคณิต	1. นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตที่กำหนดให้ได้	2	1
	2. นักเรียนสามารถระบุลำดับที่เป็นลำดับเลขคณิต และหาพจน์ของลำดับเลขคณิตได้	2	2
	3. นักเรียนสามารถหาพจน์ที่ 1 และผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตได้	2	2
	4. นักเรียนสามารถหาพจน์ที่ $n$ ของลำดับเลขคณิตได้	2	2
	5. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องลำดับเลขคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	3	1
3. ลำดับเรขาคณิตและการหาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเรขาคณิต	1. ระบุลำดับที่เป็นลำดับเรขาคณิตและหาจำนวนพจน์ของลำดับเรขาคณิตได้	2	1
	2. นักเรียนสามารถหาพจน์ที่ 1 และผลต่างร่วมของลำดับเรขาคณิตได้	2	1
	3. นักเรียนสามารถหาพจน์ที่ $n$ ของลำดับเรขาคณิตได้	2	2
	4. นักเรียนนำความรู้เรื่อง ลำดับเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2	1

ตาราง 13 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้จริง
4. ความหมายของ อนุกรม และสัญลักษณ์ แทนการบวก ( $\Sigma$ ) อนุกรมเลขคณิตและ ผลบวก $n$ พจน์แรกของ อนุกรมเลขคณิต	1. นักเรียนสามารถหาผลบวก $n$ พจน์ของอนุกรมเลขคณิตได้	3	1
	2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องอนุกรมเลขคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	3	1
5. อนุกรมเรขาคณิตและ ผลบวก $n$ พจน์แรกของ อนุกรมเรขาคณิต	1. นักเรียนสามารถหาผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิตได้	3	1
	2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องอนุกรมเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2	1
<b>รวม</b>		<b>35</b>	<b>20</b>

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อให้คำแนะนำแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

6. นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม พิจารณาตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (ค่า IOC)

7. วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้เลือกข้อที่มีค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) (สมนึก ภัททิยธนี, 2544) ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ต้องมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00

ผลการพิจารณาคัดเลือกข้อสอบพบว่าข้อสอบทั้ง 35 ข้อ มีค่า IOC เท่ากับ 1 คือ ข้อสอบวัดตรงตามจุดประสงค์ทั้ง 35 ข้อ (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 25)

8. นำแบบทดสอบที่มีค่า IOC ที่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 35 ข้อ ไปทดลอง (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน กลุ่มเดียวกับที่ใช้ทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบมาหาคุณภาพดังนี้

8.1 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตามวิธีของ Brennan (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551) เลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 โดยคัดเลือกข้อสอบมาทั้งหมด 20 ข้อ

ผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตามวิธีของ Brennan พบว่าข้อสอบมีอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.2 – 0.7 จำนวน 21 ข้อ

8.2 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551) เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.8 โดยคัดเลือกข้อสอบมาทั้งหมด 20 ข้อ

ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) พบว่าข้อสอบมีค่าความยากง่ายรายข้อตั้งแต่ 0.2 – 0.8 จำนวน 33 ข้อ

การประเมินคุณภาพของข้อสอบว่าข้อใดเป็นข้อสอบที่ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ควรพิจารณาทั้งค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ควบคู่กัน ปรากฏว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ทั้งหมด 21 ข้อ และใช้ไม่ได้ 14 ข้อ (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 26) จึงทำการเลือกข้อสอบที่เหมาะสมทั้งหมด 20 ข้อ

8.3 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ จำนวน 20 ข้อ โดยใช้สูตรของ โลเวท (Lovett) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551) พบว่า ข้อสอบมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.72 พบว่ามีความเชื่อมั่นในระดับสูง (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 27)

จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง แล้วนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

### 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

#### เรื่อง ลำดับและอนุกรม

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ผู้วิจัยซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลและประเมินผล หลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
2. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม



ตาราง 14 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับเลขอนุกรม

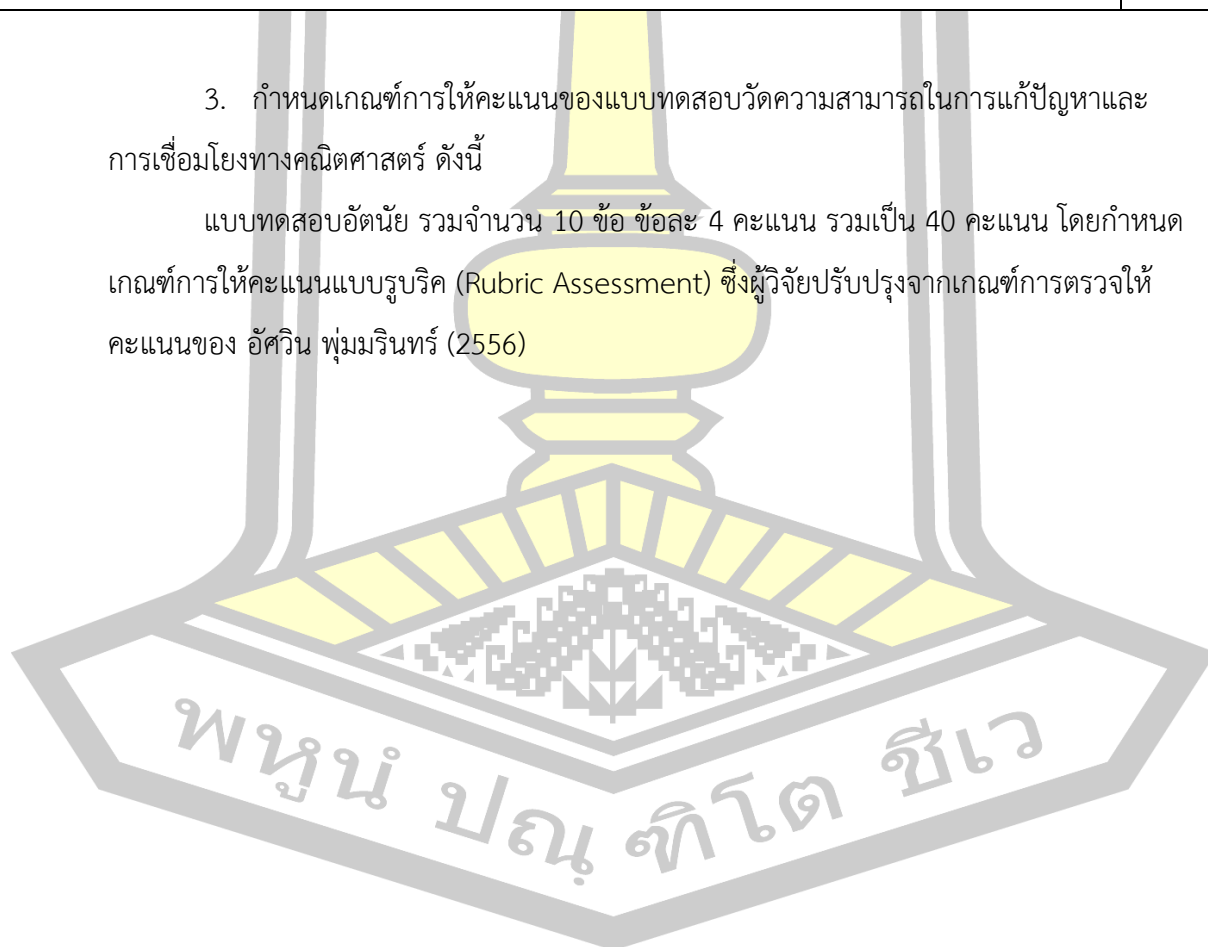
สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	จำนวนข้อสอบ	
				สร้าง	ใช้จริง
1. ความหมาย ชนิด และการหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด	นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตที่กำหนดให้ได้	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ ดำเนินการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง	สามารถระบุความรู้หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	1
2. ลำดับเลขคณิตและการหาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเลขคณิต	นักเรียนสามารถหาพจน์ที่ 1 ของลำดับเลขคณิตได้	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ ดำเนินการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง	สามารถระบุความรู้หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	1
3. ลำดับเรขาคณิตและการหาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเรขาคณิต	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง ลำดับเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ ดำเนินการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง	สามารถระบุความรู้หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	1
4. ความหมายของอนุกรม และสัญลักษณ์แทนการบวก ( $\Sigma$ ) อนุกรมเลขคณิตและผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องอนุกรมเลขคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ ดำเนินการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง	สามารถระบุความรู้หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	1

ตาราง 14 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	จำนวนข้อสอบ	
				สร้าง	ใช้จริง
5. อนุกรมเรขาคณิตและผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องอนุกรมเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ ดำเนินการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง	สามารถระบุความรู้หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงได้	2	1
<b>รวม</b>				<b>10</b>	<b>5</b>

3. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

แบบทดสอบอัตนัย รวมจำนวน 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวมเป็น 40 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของ อัสวิน พุ่มรินทร์ (2556)



ตาราง 15 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	- ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ได้คำตอบถูกต้องสมบูรณ์
3 ดี	- ดำเนินการตามวิธีแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจปัญหา บางส่วนผิดไป หรือ - เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ได้คำตอบถูกต้อง แต่การดำเนินการตาม วิธีการแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา
2 พอใช้	- ใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม ได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งที่แสดงถึงการมี ความเข้าใจปัญหา หรือ - ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ไม่มีการดำเนินการหาคำตอบ หรือ - ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่การดำเนินการไม่ถูกต้อง นำไปสู่คำตอบที่ไม่ ถูกต้อง หรือไม่สามารถหาคำตอบได้ หรือ - ได้คำตอบของปัญหาย่อย ๆ ที่แบ่งจากปัญหาที่กำหนด แต่ดำเนินการหา คำตอบต่อไปไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่แสดงวิธีการแก้ปัญหา
1 ปรับปรุง	- แสดงวิธีหาคำตอบ มีสิ่งที่บ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหา และมีแนวทางที่ไม่ นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ - พยายามแก้ปัญหาด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม และไม่คิดหาวิธีการ แก้ปัญหาอื่น หรือ - มีสิ่งที่บ่งบอกถึงความพยายามแก้ปัญหา แต่ดำเนินการไม่เสร็จสิ้น
0 ไม่มีความพยายาม	- ไม่แสดงการแก้ปัญหา หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหา คัดลอกข้อมูล จากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจในปัญหา

ตาราง 16 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง
3 ดี	สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้องบางส่วน หรือ ไม่สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง
2 พอใช้	สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้องบางส่วน
1 ปรับปรุง	ไม่สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา หรือไม่สามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ไม่ถูกต้อง
0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และไม่สามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ไม่ถูกต้อง

4. ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้จริง 5 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข ผลการพิจารณาค่า IOC มีค่าเป็น 1 ทุกข้อ (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 28)

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการคัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน กลุ่มเดียวกับที่ใช้ทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

6. เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ผลการพิจารณาเลือกข้อสอบพบว่า ข้อสอบทุกข้ออยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ทุกข้อคือมีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ผู้วิจัยจึงทำการเลือกข้อสอบที่ค่าความเหมาะสมมากที่สุดจากข้อที่ 1, 3, 6, 8, 10 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตาราง 29)

7. นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่เลือกไว้จำนวน 5 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะ โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของบาค (Cronbach) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76 แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

8. นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

#### วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยเป็นการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design (ลิ้น สหายศ และอังคณา สหายศ, 2536)

ตาราง 17 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	Pretest	Treatment	Posttest
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบชิปปา (CIPPA MODEL)

T<sub>1</sub> แทน การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง

T<sub>2</sub> แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนตุมใหญ่วิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เวลาการสอน 18 คาบ คาบละ 50 นาที
4. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา สิ้นสุดตามแผนที่วางไว้อย่างครบสมบูรณ์แล้ว จากนั้นทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม จากนั้นนำคะแนนที่ได้วิเคราะห์วิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีลำดับขั้น ดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และร้อยละของคะแนนที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม
3. วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม
4. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ  $t$  - test for one sample

5. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม กับเกณฑ์  
ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t – test for one sample

6. วิเคราะห์หาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้สถิติ z-test  
for population proportion

7. วิเคราะห์หาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้สถิติ z-test  
for population proportion

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a. ร้อยละ (Percentage) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ,  
2536)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ตัวกลางเลขคณิต หรือ ค่าเฉลี่ย

$\sum_{i=1}^n X_i$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนคนทั้งหมด



1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน  
 $(\sum X)^2$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนยกกำลังสอง  
 $\sum_{i=1}^n X_i^2$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

2. สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 การหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ โดยการหาประสิทธิภาพของกระบวนการกับ  
 ผลลัพธ์ ( $E_1 / E_2$ ) มีสูตรดังนี้ (เผชญิ กิจระการ, 2544) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $X_i$  แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคนจากการทำใบงาน  
 ใบกิจกรรม แบบทดสอบย่อย ทักษะกระบวนการ  
 คุณลักษณะอันพึงประสงค์แต่ละสาระการเรียนรู้  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด  
 $A$  แทน คะแนนเต็ม

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

เมื่อ  $E_2$  แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$X_i$	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
$n$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
$B$	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2.2 การหาดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) ของการจัดการเรียนรู้ ใช้วิธีการของกู๊ดแมน (Goodman) เฟรตเชอร์ (Fletcher) และชไนเดอร์ (Schneider) (คณาจารย์ ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา, ม.ม.ป.) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

2.3 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง  
 $\sum R$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.4 หาค่าความยาก ( $p$ ) ของข้อสอบ โดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	$p$	แทน	ค่าความยาก
	$R$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
	$N$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.5 ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังจากนั้นนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์พิจารณา ค่า B โดยใช้สูตร (B-Index หรือ Brennan Index) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551) ดังนี้

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ	$B$	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$N_1$	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	$N_2$	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)
	$U$	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	$L$	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

หมายเหตุ นักเรียนที่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มสูง และนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มต่ำ

2.6 ทหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของ Lovett (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

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

เมื่อ	$r_{cc}$	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	$k$	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$X_i$	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	$C$	แทน	คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบหรือคะแนนเกณฑ์
	$\sum$	แทน	ผลรวม

การดำเนินการในครั้งนี ผู้รายงานกำหนดคะแนนเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

2.7 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบ อัตนัยของวิทนีและซาเบอร์ส (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536)

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

- เมื่อ  $p$  แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ
- $S_h$  แทน คะแนนผลรวมของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มสูง
- $S_l$  แทน คะแนนผลรวมของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มต่ำ
- $n_t$  แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ
- $X_{\max}$  แทน คะแนนสูงสุด
- $X_{\min}$  แทน คะแนนต่ำสุด

หมายเหตุ นักเรียนที่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มสูง และนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มต่ำ

2.8 อำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบ อัตนัยของวิทนีและซาเบอร์ส (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536)

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

- เมื่อ  $r$  แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
- $S_h$  แทน คะแนนผลรวมของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มสูง
- $S_l$  แทน คะแนนผลรวมของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มต่ำ
- $n$  แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ
- $X_{\max}$  แทน คะแนนสูงสุด
- $X_{\min}$  แทน คะแนนต่ำสุด

หมายเหตุ นักเรียนที่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มสูง และนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มต่ำ

2.9 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach) (เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร, 2555)

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

เมื่อ  $\alpha$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$k$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$S_i^2$  แทน ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ

$S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมดสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

### 3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

1. วิเคราะห์หาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้สถิติ z-test for Population Proportion จากสูตร (คณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558)

$$z = \frac{p - \pi_0}{\sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}}}$$

เมื่อ  $z$  แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าว่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$p$  แทน สัดส่วนของตัวอย่าง

$\pi_0$  แทน ค่าคงที่ใด ๆ ที่ต้องการทดสอบ

$n$  แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

2. เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) โดยใช้สูตร  $t$  - test for one sample (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, df = n - 1$$

เมื่อ  $t$  แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน  $t$  - Distribution

$\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\mu_0$  แทน คะแนนเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

$S$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$n$  แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

พูนุ ปณุกิตโต ชีเว

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อ การพัฒนาการเรียนรู้แบบซิปปาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้องอีกทั้งเพื่อความสะดวกในการนำเสนอข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$n$	แทน	จำนวนข้อมูล
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
$S.D.$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$E_1$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$E.I.$	แทน	ดัชนีประสิทธิผล
$t$	แทน	สถิติใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤติในการแจกแจงแบบ $t$
$z$	แทน	สถิติใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤติในการแจกแจงแบบ $z$

พูน ปณ ทิโต ชีเว



### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t – test for one sample
4. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t – test for one sample
5. วิเคราะห์หาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้สถิติ z-test for population proportion
6. วิเคราะห์หาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้สถิติ z-test for population proportion

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ( $E_1 / E_2$ ) โดยคำนวณหาค่า  $E_1$  จากคะแนนการทำใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย จำนวน 10 แผน และคำนวณค่า  $E_2$  จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 18 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (40 คะแนน)	รวมคะแนนระหว่างเรียน			แบบทดสอบหลังเรียน (40 คะแนน)
		ใบกิจกรรม (40 คะแนน)	ทดสอบย่อย (20 คะแนน)	รวม (60 คะแนน)	
1	27	36	17	53	32
2	27	35	12	48	31
3	28	35	13	50	30
4	27	37	18	55	32
5	28	35	16	51	33
6	28	35	15	50	30
7	29	37	15	52	33
8	27	35	14	50	33
9	28	35	14	52	31
10	30	35	14	51	37
11	28	36	17	54	30
12	28	37	18	55	32
13	27	36	16	52	31
14	28	35	16	51	37
15	28	36	15	53	34
16	27	37	15	52	33
17	22	36	14	50	33
18	22	35	15	50	32
19	22	35	16	51	34
20	23	37	16	53	32
21	22	37	15	52	33
22	22	37	15	52	33
23	22	36	16	52	25
24	21	36	16	52	26
25	23	36	15	53	25

ตาราง 18 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (40 คะแนน)	รวมคะแนนระหว่างเรียน			แบบทดสอบหลังเรียน (40 คะแนน)
		ใบกิจกรรม (40 คะแนน)	ทดสอบย่อย (20 คะแนน)	รวม (60 คะแนน)	
26	22	38	17	55	24
27	22	36	15	52	26
28	20	35	17	55	25
29	21	38	17	55	24
30	21	36	15	51	24
รวม	750	1,080	464	1,544	915
ค่าเฉลี่ย	25	36.00	15.47	51.47	30.50
<i>S.D.</i>	3.16	0.95	1.38	1.98	3.82
ร้อยละ	62.50	90.00	77.33	85.78	76.25
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา ( $E_1 / E_2$ ) เท่ากับ 85.78/76.25					

จากตาราง 18 พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เท่ากับ 85.78 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เท่ากับ 76.25 ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปามีประสิทธิภาพ ( $E_1 / E_2$ ) เท่ากับ 85.78/76.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75

2. วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน กับคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนน		E.I.
		ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา	40	750	915	0.6933

จากตาราง 19 พบว่า ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.6933 นั่นคือ มีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 69.33

3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t – test for one sample ดังตาราง 20

ตาราง 20 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

	n	total	$\mu_0$	$\bar{X}$	s	t	p
ความสามารถในการแก้ปัญหา	30	20	14	15.20	2.11	3.08*	.002

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 20 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.20 คิดเป็นร้อยละ 76 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t – test for one sample ดังตาราง 21

ตาราง 21 การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

	n	total	$\mu_0$	$\bar{X}$	s	t	p
ความสามารถในการเชื่อมโยง	30	20	14	14.70	2.14	1.79*	.042

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 21 พบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.70 คิดเป็นร้อยละ 73.50 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยพิจารณาจากคะแนนการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดและจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 22

ตาราง 22 แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวนนักเรียนทั้งหมด	จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์	คิดเป็นร้อยละ	Z	p
30	22	73.33	0.3984	0.6554

จากตาราง 22 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด จากการทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6. วิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบชิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยพิจารณาจากคะแนนการทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดและจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 23

ตาราง 23 แสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบชิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวนนักเรียนทั้งหมด	จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์	คิดเป็นร้อยละ	Z	p
30	19	63.33	-0.80	0.2119

จากตาราง 23 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด จากการทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปากับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนตุมใหญ่วิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน มีขั้นตอนดังนี้

1. วัตถุประสงค์การวิจัย
2. สรุปผลการวิจัย
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

#### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปากับเกณฑ์ร้อยละ 70
4. เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปากับเกณฑ์ร้อยละ 70

พูน ปณ ทิโต ชิว



## สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.78/76.25 เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 75/75
2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.6933 ซึ่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 69.33
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และนักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.78/76.25 หมายความว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา ทำให้นักเรียนได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรม และจากแบบทดสอบย่อย โดยเฉลี่ยร้อยละ 85.78 และทำให้นักเรียนมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยเฉลี่ย 76.25 แสดงว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ

เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ศศิธร แก้วรักษา (ศศิธร แก้วรักษา, 2547) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีประสิทธิภาพ 82.11/83.59 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 และจากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปาอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมาก ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นได้ผ่านขั้นตอน กระบวนการสร้างอย่างเป็นระบบและวิธีการที่เหมาะสม โดยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ มีการดำเนินการโดยการศึกษาโครงสร้างหลักสูตร วิเคราะห์หลักสูตร ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม ประกอบการเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ เพื่อหาคุณภาพก่อนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้น มีค่าเท่ากับ 0.6933 ซึ่งหมายความว่า หลังจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แล้วนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้น 0.6933 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 69.33 สอดคล้องกับ จันท์ สิทธิศาสตร์ (จันท์ สิทธิศาสตร์, 2549) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้ซิปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้ซิปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6421 โดยสรุป แผนการจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้ซิปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ สามารถแก้ปัญหาและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ เพื่อให้บรรลุตามความมุ่งหมายของหลักสูตรได้เป็นอย่างดี และเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา มีกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้มีโอกาสคิด สร้างองค์ความรู้ และหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆ ผ่านกระบวนการกลุ่ม เมื่อพิจารณาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา พบว่า นักเรียนมีความรู้

ความสามารถเพิ่มขึ้นร้อยละ 69.33 จากค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบหลังเรียน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากคะแนนทดสอบก่อนเรียนค่อนข้างสูง เป็นเช่นนั้นได้เพราะกลุ่มทดลองไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปาแล้วจึงสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้มากขึ้น รวมทั้งการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เน้นการจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ที่ครูกำหนด โดยครูเป็นผู้คอยกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าปัญหาคืออะไร และชี้แนะแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหา จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนร้อยละ 73.33 ของนักเรียนทั้งหมด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ซึ่งไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ มุกดา ไสวารี (มุกดา ไสวารี, 2552) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลซิปปา ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โรงเรียนเทศบาลวัดกลาง สำนักการศึกษา เทศบาลนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีจำนวนนักเรียน ที่ผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 88.57 โดยรวมทั้งระดับชั้นมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.50 คะแนนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป และสอดคล้องกับ แสงเดือน อาตมยันทน์ (แสงเดือน อาตมยันทน์, 2560) ได้ศึกษาการพัฒนาโมทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้แบบซิปปา หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และอาจเป็นเพราะนักเรียนมีการให้ความสนใจ และร่วมมือในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างดี มีความตั้งใจและมุ่งมั่นในการค้นคว้าหาความรู้เพื่อแก้ไขปัญหา

นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างใบกิจกรรม ที่นักเรียนทำระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา ที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ในระดับต่าง ๆ

## ใบกิจกรรมที่ 10

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหา

ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมให้นักเรียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) จงหา 3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$  พร้อมหาพจน์ที่  $n$

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

ลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$

พจน์ที่  $n$

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

จาก ลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$  จะได้  $a_1 = 10$  และ  $a_2 = -5$

หาอัตราส่วนร่วม (r) แทนค่า อัตราส่วนร่วม (r) ในสูตร  $a_n = a_1 r^{n-1}$

หาพจน์ที่  $n$  และหา 3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$

นั่นคือ หา  $a_4, a_5, a_6$

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

จาก ลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$  จะได้  $a_1 = 10, a_2 = -5$

หา r  $r = \frac{a_2}{a_1} = \frac{-5}{10} = -\frac{1}{2}$

หา พจน์ที่  $n$  แทน  $a_1 = 10, r = -\frac{1}{2}$  ใน  $a_n = a_1 r^{n-1}$  จะได้  $a_n = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^{n-1}$

หา 3 พจน์ถัดไป  $a_4 = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^{4-1} = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^3 = -\frac{10}{8} = -\frac{5}{4}$  ✓

$a_5 = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^{5-1} = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{10}{16} = \frac{5}{8}$  ✓

$a_6 = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^{6-1} = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^5 = -\frac{10}{32} = -\frac{5}{16}$  ✓

4. ขั้นสรุปคำตอบ

3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต คือ  $-\frac{5}{4}, \frac{5}{8}, -\frac{5}{16}$

และ  $a_n = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^{n-1}$

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างใบกิจกรรม แสดงการแก้ปัญหาที่มีข้อผิดพลาด เรื่อง ลำดับเรขาคณิต จากภาพแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่มีการดำเนินการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม มีข้อผิดพลาดด้านการคำนวณเลขยกกำลัง ส่งผลให้นักเรียนสรุปคำตอบจากการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง

## ใบกิจกรรมที่ 10

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหา

ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมให้นักเรียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) จงหา 3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$  พร้อมหาพจน์ที่  $n$

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

ลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$  พร้อมหาพจน์ที่  $n$ .

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

จาก ลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$  จะได้ว่า  $a_1 = 10$  และ  $a_2 = -5$ .

หาอัตราส่วนร่วม ( $r$ ) ทนค่า  $r$  ใน  $a_n = a_1 r^{n-1}$  หาพจน์ที่  $n$ .

หาค่า  $3$  พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

จาก  $a_1 = 10$  และ  $a_2 = -5$  หา  $r$  จะได้  $r = \frac{a_2}{a_1} = \frac{-5}{10} = -\frac{1}{2}$ .

หาพจน์ที่  $n$  ทนค่า  $a_1 = 10$  และ  $r = -\frac{1}{2}$  ใน  $a_n = a_1 r^{n-1}$

ดังนั้น  $a_n = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^{n-1}$

หา  $3$  พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต ดังนี้

$$a_4 = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^{4-1} = \frac{-10}{8} = -\frac{5}{4}$$

$$a_5 = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^{5-1} = \frac{10}{16} = \frac{5}{8}$$

$$a_6 = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^{6-1} = \frac{-10}{32} = -\frac{5}{16}$$

4. ขั้นสรุปคำตอบ

ดังนั้น  $3$  พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต คือ  $\frac{-5}{4}, \frac{5}{8}, -\frac{5}{16}$  และ  $a_n = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^{n-1}$

ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างใบกิจกรรม แสดงการแก้ปัญหาที่ถูกต้องสมบูรณ์ เรื่อง ลำดับเรขาคณิต จากภาพแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนอย่างเป็นระบบ อธิบายข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการถามได้อย่างถูกต้อง ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่เหมาะสม แสดงวิธีแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน นำมาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง



4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนร้อยละ 63.33 ของนักเรียนทั้งหมด มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ซึ่งไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ ชัชวาลย์ บัชริกาน (ชัชวาล บัชริกาน, 2559) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และอาจสืบเนื่องมาจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีพื้นฐานในด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาบ้างแล้ว อีกทั้งการสร้างโจทย์ที่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันจะเป็นสื่อคอยกระตุ้นความสนใจต้องการแก้ปัญหา ให้ได้มาซึ่งคำตอบมากยิ่งขึ้น และการทดสอบย่อยระหว่างเรียนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นพยายามทำความเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดี

นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ ไม่ว่าจะเป็นในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หรือเชื่อมโยงความรู้อื่นๆกับชีวิตประจำวัน เป็นสิ่งยืนยันว่านักเรียนได้มีความก้าวหน้าในด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์



ข้อสอบข้อที่ 3 ในปี พ.ศ. 2541 ประชากรในจังหวัดหนึ่งมี 60,000 คน ถ้าในแต่ละปีประชากรในจังหวัดนี้เพิ่มขึ้นปีละ 4% จงหาสูตรทั่วไปของการเพิ่มของประชากรในกรณีนี้ และจำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2553

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

- ประชากร 60000 คน
- ประชากรเพิ่มขึ้นปีละ 4%

โจทย์ต้องการให้ทำอะไร

- สูตรทั่วไปของกรณีเพิ่มประชากรในกรณีนี้
- จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2553

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

พิจารณาประชากรใน 2 ปีแรก ถึงขั้นปีประชากร 60000 คน ( $a_1 = 60000$ )

ปีที่ 1 ประชากร  $60000 + 60000(0.04) = 60000(1+0.04) = 60000(1.04)$  คน ปีที่ 2 ( $a_2 = 60000(1.04)$ )

ปีที่ 3 ประชากร  $60000(1.04) + 60000(1.04)(0.04) = 60000(1.04)(1.04) = 60000(1.04)^2$  คน  $a_3 = 60000(1.04)^2$

หาสูตรประชากรปีไหนก็ขึ้นกับค่า  $n$  คือ  $60000, 60000(1.04), 60000(1.04)^2, \dots$  ซึ่งนี่คือลำดับเลขคณิต

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

จาก  $a_n = a_1 r^{n-1}$  โดย  $a_1 = 60000$   $r = 1.04$  หาค่า  $n = 13$

จะได้  $a_{13} = 60000(1.04)^{13-1}$

$$a_{13} = 60,000(1.04)^{12}$$

$$a_{13} = 69,000(1.67)$$

$$a_{13} \approx 91,620$$

จาก  $a_1 = 25A1$   
 จะได้  $a_n = 25A2$   
 $a_3 = 25A3$  ... เป็นลำดับเลขคณิต  
 หาค่า  $n$  ที่  $a_n = 2553$   
 จากลำดับเลขคณิต  $25A1, 25A2, 25A3, \dots$   
 9 10 11 12 13  
 $a_3 = 25A2 - 25A1 = 1$   
 จาก  $a_n = a_1 + (n-1)d$   
 $2553 = 25A1 + (n-1)(1)$   
 $n = 13$

4. ขั้นสรุปคำตอบ

สูตรทั่วไปของกรณีเพิ่มประชากรในกรณีนี้ คือ  $a_n = 60000(1.04)^{n-1}$

จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2553 ประมาณ 91,600 คน

ตอบ..... สูตรทั่วไป คือ  $a_n = 60000(1.04)^{n-1}$ , จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2553 ประมาณ 91,600 คน

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างข้อสอบ แสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากภาพนักเรียนสามารถแสดงการเชื่อมโยงความรู้ในเรื่อง ลำดับเลขคณิต มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาลำดับเรขาคณิต โดยนักเรียนสามารถนำความรู้ในเรื่อง ลำดับเลขคณิตมาคำนวณหาระยะห่างระหว่างปี พ.ศ.2541 ถึง ปี พ.ศ.2553 ได้ ซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาที่รวดเร็วและถูกต้อง



ข้อสอบข้อที่ 3 ในปี พ.ศ. 2541 ประชากรในจังหวัดหนึ่งมี 60,000 คน ถ้าในแต่ละปีประชากรในจังหวัดนี้เพิ่มขึ้นปีละ 4% จงหาสูตรทั่วไปของการเพิ่มของประชากรในกรณีนี้ และจำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2553

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

- ประชากร 60,000 คน
- ประชากรเพิ่มขึ้นปีละ 4%

โจทย์ต้องการให้ทำอะไร

- สูตรทั่วไปของการเพิ่มของประชากรในกรณีนี้
- จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2553

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

เริ่ม ประชากร 60,000 คน ( $a_1 = 60,000$ )

คนที่ 1 มี  $60,000 + 60,000 \left(\frac{4}{100}\right) = 60,000 \left(1 + \frac{4}{100}\right) = 60,000 (1.04) = a_2$

คนที่ 2 มี  $60,000 (1.04) + 60,000 (1.04) \left(\frac{4}{100}\right) = 60,000 (1.04) \left(1 + \frac{4}{100}\right) = 60,000 (1.04)^2 = a_3$

จนถึงลำดับที่  $60,000, 60,000(1.04), 60,000(1.04)^2, \dots$  อัตราเพิ่ม คือ 1.04

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

สม  $a_n = a_1 r^{n-1}$  มี  $a_1 = 60,000, r = 1.04$

มี  $a_1 = a_1$  มี  $a_2 = a_2$  มี  $a_3 = a_3$  มี  $a_4 = a_4$  มี  $a_5 = a_5$

มี  $a_6 = a_6$  มี  $a_7 = a_7$  มี  $a_8 = a_8$  มี  $a_9 = a_9$  มี  $a_{10} = a_{10}$

มี  $a_{11} = a_{11}$  มี  $a_{12} = a_{12}$  มี  $a_{13} = a_{13}$

หา  $a_{13}$  จึงได้  $a_{13} = a_1 (1.04)^{13-1} = 60,000 (1.04)^{12} = 60,000 (1.601) \approx 96,000$

4. ขั้นสรุปคำตอบ

- สูตรทั่วไปของการเพิ่มของประชากรคือ  $a_n = 60,000 (1.04)^{n-1}$

- จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2553 คือ ประชากร 96,000 คน

ตอบ... สูตรทั่วไป คือ  $a_n = 60,000 (1.04)^{n-1}$  ปี พ.ศ. 2553 ประชากร  
ประชากร 96,000 คน

ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างข้อสอบ แสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากภาพนักเรียนไม่สามารถแสดงการเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่มีความพยายามในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง สรุปคำตอบที่ถูกต้องได้

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1) ครูผู้สอนควรนำการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ หรือในรายวิชาอื่น ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนมีกระบวนการคิด รู้แนวทางในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหา และเชื่อมโยงสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2) ครูควรจัดเนื้อหาและเวลาให้เพียงพอต่อการเรียนรู้และการทำกิจกรรม เนื่องจากจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา ใช้การจัดการเรียนรู้กระบวนการกลุ่มซึ่งแต่ละกลุ่มจะใช้เวลาในการแลกเปลี่ยนความรู้ และสรุปความรู้ได้ไม่เหมือนกัน อีกทั้งครูควรชี้แนะแนวทาง หรือใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดใหม่ และครูควรมีการสนับสนุนและชื่นชมแนวคิดของการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ของนักเรียน

3) ครูควรเพิ่มเวลาในการเสนอแนวคิดการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาในการอภิปราย และแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันในระหว่างกลุ่ม

4) ครูควรเพิ่มโจทย์ที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง ให้มากขึ้นในชั้นการประยุกต์ใช้ความรู้

### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา ในระดับชั้นอื่น ๆ เนื้อหาวิชาอื่น ๆ หรือในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เป็นต้น

2) ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาที่มีต่อตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการให้เหตุผล เป็นต้น

3) ควรพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบอื่น เช่น การสอนแบบแก้ปัญหา การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะของนักเรียน

บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2539). *ครูกับการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: องค์การรับสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2556). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ (Foundation and methodologies in mathematics) หน่วยที่ 6-10*. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- คณาจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (2558). *ระเบียบวิธีการทางสถิติทั่วไป*. มหาสารคาม: อติชาติการพิมพ์.
- คณาจารย์ ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา. (2551). *การหาดัชนีประสิทธิผล*. คณะศึกษาศาสตร์: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- จรรยา ภูอุดม. (2544). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้*. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาคุณุภบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จันทิ สิริพิศาตร์. (2549). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ซีปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินญาณการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัชวาล บัวรिकाณ. (2559). *การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซีปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปรินญาณการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2542). *ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการจัดค่ายคณิตศาสตร์*. การสื่อสารมวลชนเพื่องานส่งเสริม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 10. นนทบุรี : ไทเนรมิตกิจ  
อินเตอร์ โพรเกรสซิฟ จำกัด.
- ทิตนา แคมมณี. (2542). *การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง : โมเดลชิปปา (CIPPA MODEL)*. วารสารวิชาการ กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2545). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- นิติญาพร ประเสริฐสังข์. (2545). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง กลไก  
มนุษย์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบชิปปา*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.  
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิต  
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เผชิญ กิจระการ. (2544). *การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E1/E2)*.  
การวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี. (2545). *ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.)*.  
การวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พิทักษ์ สวนดี. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อินเทอร์เน็ตและการสร้าง เว็บไซต์  
เพื่อการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบชิปปา (CIPPA) และการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน  
(PBL)*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัย  
มหาสารคาม.
- มุกดา ไสวารี. (2552). *การวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลชิปปา (CIPPA MODEL)  
ในรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โรงเรียนเทศบาลวัดกลาง*.  
สำนักการศึกษา เทศบาลนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2536). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :  
สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- เวชฤทธิ์ อังกะนระภัทรขจร. (2554). *เอกสารคำสอนวิชา 410514 ทักษะและกระบวนการทาง  
คณิตศาสตร์ (Mathematical skills and processes)*. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้คณะ  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

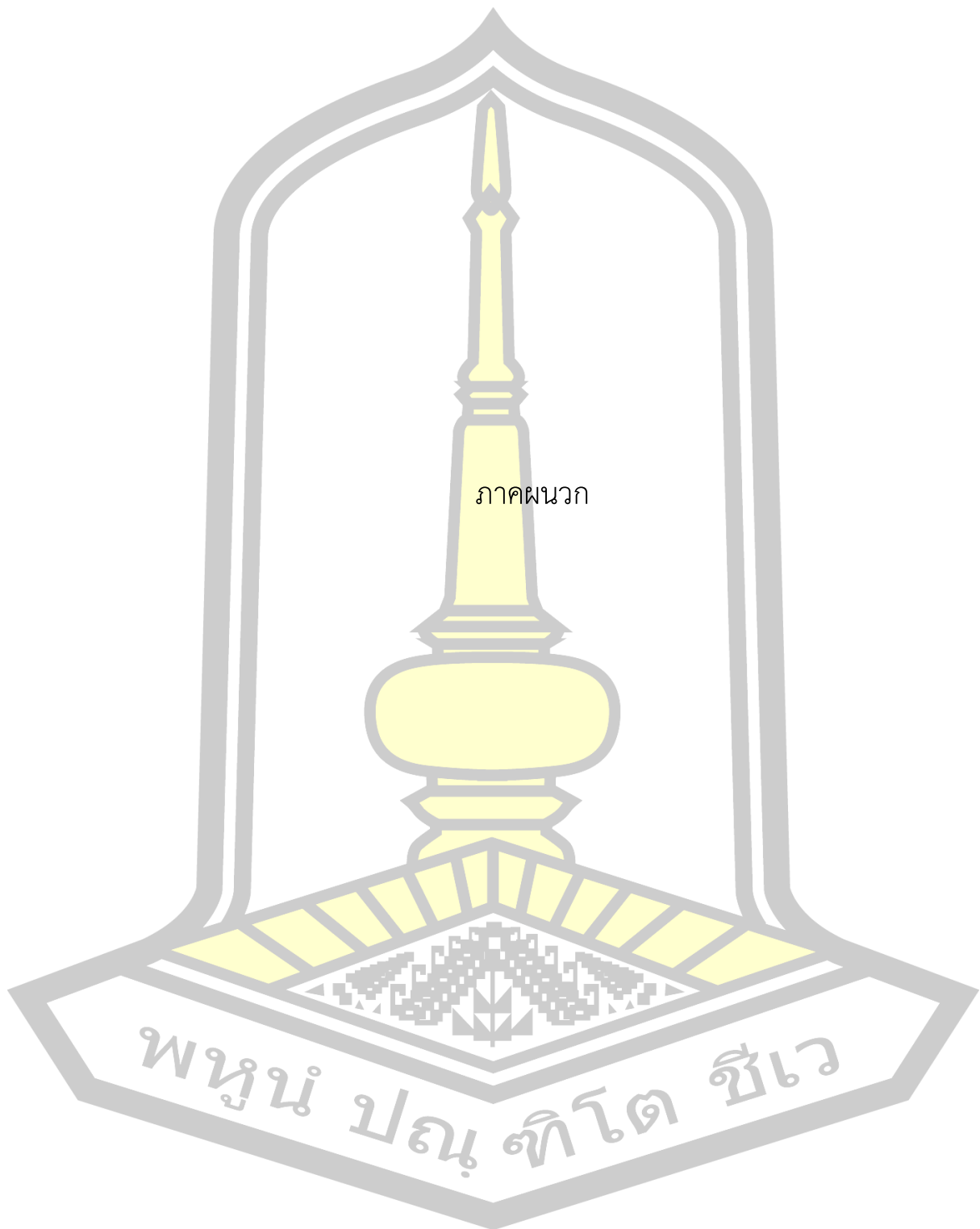


- เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอน และการวิจัย*. กรุงเทพฯ : บริษัท จรัญสนิทวงศ์การพิมพ์ จำกัด.
- ศศิธร แก้วรักษา. (2547). *การพัฒนากิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2555). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2550). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). *วัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ*. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2544). *การวัดผลการศึกษา*. มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). *ระเบียบวิธีวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สังคม ภูมิพันธ์. (n.d.). *สื่อประสมโปรแกรม*. มหาสารคาม : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาสารคาม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพ วิชาการ (พว.) จำกัด.
- สุรพงษ์ บรรจจุสุข. (2547). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนความคงทนและความพึงพอใจทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องลำดับและอนุกรม ที่เรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้ โดยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้กับวิธีสอนตามคู่มือครู คณิตศาสตร์*. ปรินญา นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- แสงเดือน อาตมียนันท์. (2560). *การพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา*. ปรินญา นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- อนุรักษ์ เร่งรัด. (2557). การพัฒนาแบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาเพื่อการพัฒนา. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัศวิน พุ่มมรินทร์. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบซีปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง ลำดับและอนุกรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Alsop. (1996). *The Effect of Mathematics Instruction Based on Constructivism on Prospective Teacher' Conceptual Understanding, Anxiety, and Confidence.* University of Wyoming.
- Piazza. (1995). *An Inquiry into the Mathematics Culture of Primary Constructivist Classroom: An Ethnographic Description.* Dissertation Abstract International. 55(11): 3403-A.
- Staple, M. E. (2004). *Delveloping a Community of Collaborative Learners: Reconfiguring Roles, Relationships, and Practices in High School Mathematics Classroom.* Dissertation Abstracts International. 64, 11: 3987-A.
- Wade, E. G. (1995). *A Study of the Effects of a Constructivist-Based Mathematics Problem – Solving Instructional Program on the Attitudes, Self – Confidence, and Achievement of Post Fifth – grade Students.* Dissertation Abstracts International. 55(11): 3411A.
- Whicker. (1999). *Cooperative Learning in High School Advanced Mathematics Courses.* Dissertation Abstraction International. 60(6): 1951-A.

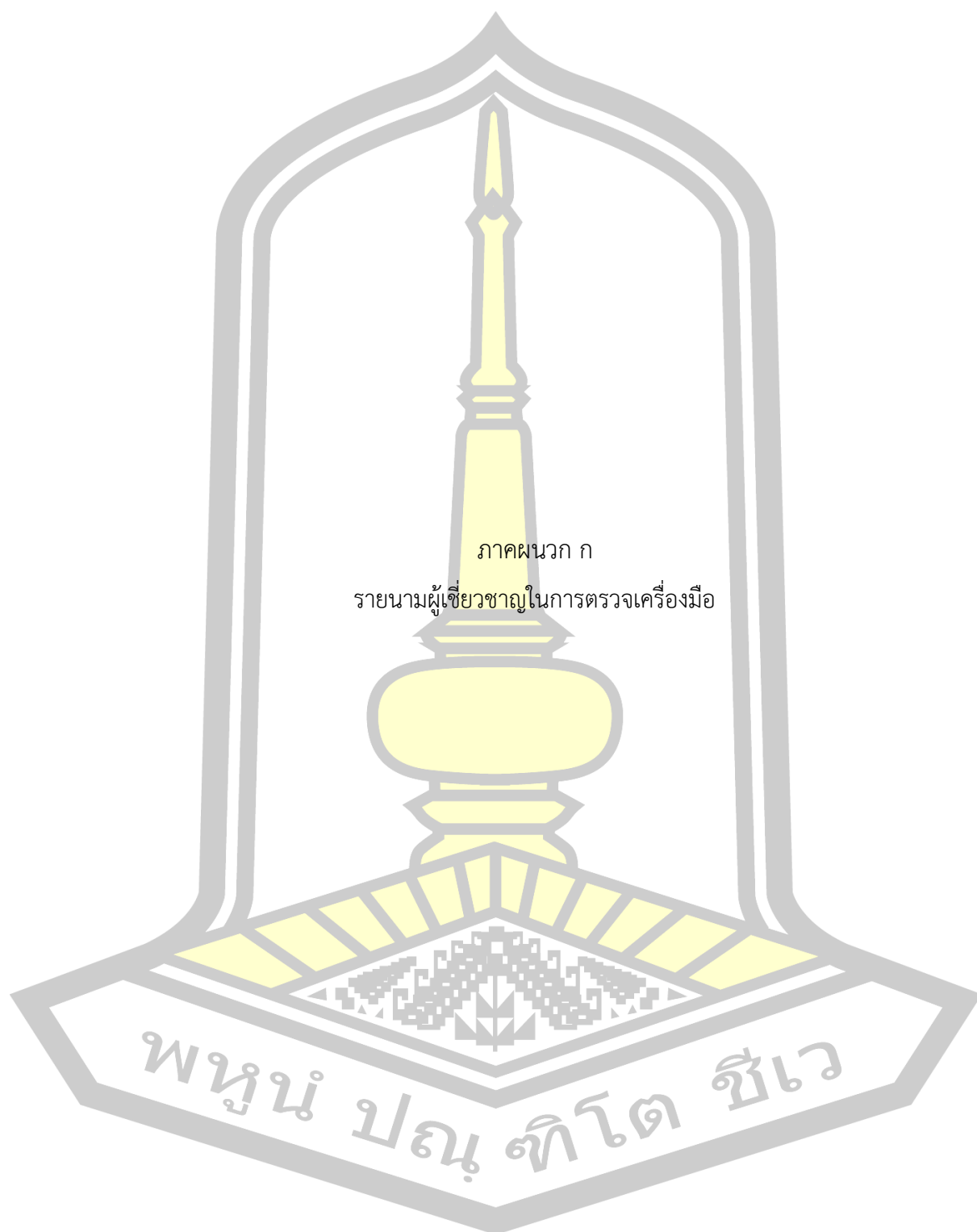
พูน ปรณ ทิโต ชีเว





ภาคผนวก

พหุ ประจักษ์ ชาติ ชัยเว



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

พูน ปรณ จิตโต ชีวะ

## รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ผศ.ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ  
อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา  
คณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ  
CIPPA
2. ดร.ภานุวัชร ปุระณะศิริ  
ศึกษานิเทศก์ สพม.32  
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและวัดผลทางการศึกษา
3. นางสาวพจนา เบญจมาศ  
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา  
จังหวัดบุรีรัมย์ ปริญญาโทบัณฑิต สาขาหลักสูตร  
และการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
4. นายอัศวินรัฐ บุญมะยา  
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม  
จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักการเขียน  
แผนการจัดการเรียนรู้
5. นางสาวทัศนีย์ เวียงวิเศษ  
ปริญญาโทบัณฑิต วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา  
โรงเรียนชุมชนดอนสาต จังหวัดขอนแก่น  
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

พหุ ประถมศึกษา





(สำเนา)



ที่ ศธ 0530.4(2)/๐๕๔๑

คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๒๕ ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ภานุวัชร ปุระณะศิริ

ด้วย นางสาวชนิกานต์ ฉ่ำเมืองปักษ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบชิปปาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ อ.มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์  
โทร./ โทรสาร. 0-4375-4244

(สำเนา)



ที่ ศธ 0530.4(2)/ ๐๕๓๑

คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

25 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณครูพจนนา เบญจมาศ ครูชำนาญการพิเศษ

ด้วย นางสาวชนนิกันต์ ฉ่ำเมืองปักข์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ อ.มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์  
โทร./ โทรสาร. 0-4375-4244



(สำเนา)



ที่ ศธ 0530.4(2)/๑๕๑๙

คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

25 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณครูอัครณัฐ บุญมะยา ครูชำนาญการพิเศษ

ด้วย นางสาวชนนิกานต์ ฉ่ำเมืองปักข์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบซิปปาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ อ.มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์  
โทร./โทรสาร. 0-4375-4244

(สำเนา)



ที่ ศธ 0530.4(2)/ ๐๕๓๑

คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

26 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณครูทัศนีย์ เวียงวิเศษ

ด้วย นางสาวชนนิกานต์ ฉ่ำเมืองปักข์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซีปปาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ อ.มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์  
โทร./ โทรสาร. 0-4375-4244

(สำเนา)



ที่ ศธ 0530.4(2)/ ๐๕4

คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

22 มกราคม 2562

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนตุมใหญ่วิทยา

ด้วย นางสาวชนนิกันต์ ฉ่ำเมืองปักษ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบซีปปีที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ อาจารย์มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวชนนิกันต์ ฉ่ำเมืองปักษ์ ทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งอยู่ในโรงเรียนของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือระหว่างวันที่ 28 มกราคม 2562 ถึงวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2562

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า จักได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์  
โทร./โทรสาร. 0-4374-5244

(สำเนา)



ที่ ศธ 0530.4(2) / ๑๑๐๐

คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

11 กุมภาพันธ์ 2562

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนตุมใหญ่วิทยา

ด้วย นางสาวชนนิกันต์ ฉ่ำเมืองปักข์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบชิปปาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และอาจารย์มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัยในครั้งนี้

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวชนนิกันต์ ฉ่ำเมืองปักข์ ใช้เครื่องมือในการสอนเพื่อการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งอยู่ในโรงเรียนของท่าน ตั้งแต่วันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2562 ถึงวันที่ 1 มีนาคม 2562

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์โพโจจน์ ประมวล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์  
โทร./โทรสาร. 0-4374-5244



ตาราง 24 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\bar{X}$	S	ระดับความเหมาะสม
<b>1. สาระสำคัญ</b>								
1.1 มีความถูกต้องชัดเจน	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>								
2.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ เจตคติ	5	5	4	5	5	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2.4 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้	5	5	4	5	5	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
<b>3. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้</b>								
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของรูปแบบการสอน	5	5	5	5	5	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.4 เหมาะสมกับเวลาที่ระบุในแผน	5	4	4	4	5	4.4	0.55	เหมาะสมมาก
3.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด



ตาราง 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\bar{X}$	S	ระดับความเหมาะสม
<b>4. สื่อการเรียนรู้</b>								
4.1 สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 สื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	5	5	4	5	5	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
4.4 ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ดี	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
<b>5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้</b>								
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
5.4 เสนอแนะวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ไว้ชัดเจน	5	5	4	5	5	4.8	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5.5 สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	5	4	5	4	5	4.6	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย						4.91	0.16	เหมาะสมมากที่สุด

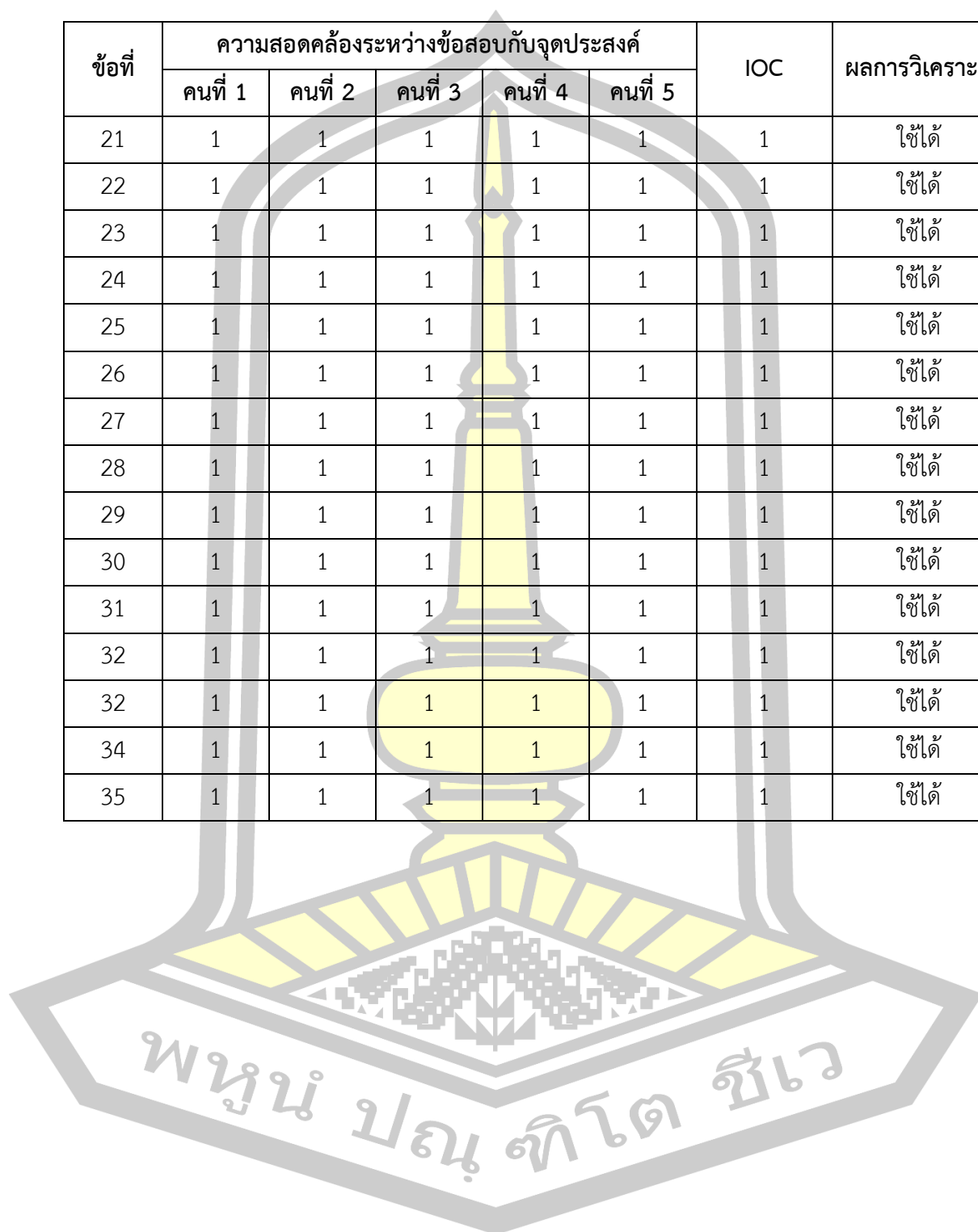
จากตาราง 24 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.91$ ) เมื่อพิจารณารายชื่อ พบว่า อยู่ในระดับเหมาะสมมาก และเหมาะสมมากที่สุด





ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
21	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
23	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
27	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
31	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
32	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
32	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
34	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
35	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้



ตาราง 26 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบถูก		ค่าความ ยากง่าย P	ค่าอำนาจ จำแนก R	การแปลความหมาย		หมายเหตุ
	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ			P	r	
1	16	14	1	0.1	ง่ายมาก	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
2	0	2	0.1	-0.1	ยากมาก	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
3	14	10	0.8	0.3	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้	ใช้ได้
4	8	2	0.3	0.4	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้	ใช้ได้
5	14	5	0.6	0.6	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้
6	13	5	0.6	0.5	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้
7	12	9	0.7	0.2	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้	ใช้ได้
8	12	2	0.5	0.7	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้
9	14	8	0.7	0.4	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้	ใช้ได้
10	10	5	0.5	0.3	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้
11	9	5	0.5	0.3	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้
12	13	10	0.8	0.2	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้	ใช้ได้
13	13	5	0.6	0.5	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้
14	4	2	0.2	0.1	ค่อนข้างยาก	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
15	14	9	0.8	0.07	ค่อนข้างง่าย	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
16	11	7	0.6	0.3	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้
17	9	5	0.5	0.3	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้
18	8	6	0.5	0.1	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
19	7	3	0.3	0.3	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้	ใช้ได้
20	4	2	0.2	0.1	ค่อนข้างยาก	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
21	15	11	0.9	0.3	ง่ายมาก	จำแนกได้	ใช้ได้
22	14	11	0.8	0.2	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้	ใช้ได้
23	13	6	0.6	0.5	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบถูก		ค่าความ ยากง่าย	ค่าอำนาจ จำแนก	การแปลความหมาย		หมายเหตุ
	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	P	R	P	r	
24	2	2	0.1	0	ยากมาก	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
25	11	4	0.5	0.5	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้
26	11	9	0.7	0.1	ค่อนข้างง่าย	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
27	6	6	0.4	0	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
28	8	6	0.5	0.1	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
29	8	3	0.4	0.3	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้
30	5	6	0.4	-0.1	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
31	6	4	0.3	0.1	ค่อนข้างยาก	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
32	6	4	0.3	0.1	ค่อนข้างยาก	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
33	5	2	0.2	0.2	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้	ใช้ได้
34	7	4	0.4	0.2	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้
35	9	5	0.5	-0.1	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้

จากตาราง 26 ค่าความยากง่าย(P) จะต้องอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 (ค่อนข้างยาก,ยากง่ายปานกลาง,ค่อนข้างง่าย) ซึ่งมีทั้งหมด 33 ข้อ และ ค่าอำนาจจำแนก (r) จะต้องมามีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จึงจะสามารถจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ซึ่งมีทั้งหมด 21 ข้อ

การประเมินคุณภาพของข้อสอบว่าข้อใดเป็นข้อสอบที่ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ควรพิจารณาทั้งค่าความยากง่าย(P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ควบคู่กัน ปรากฏว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ทั้งหมด 21 ข้อ และใช้ไม่ได้ 14 ข้อ

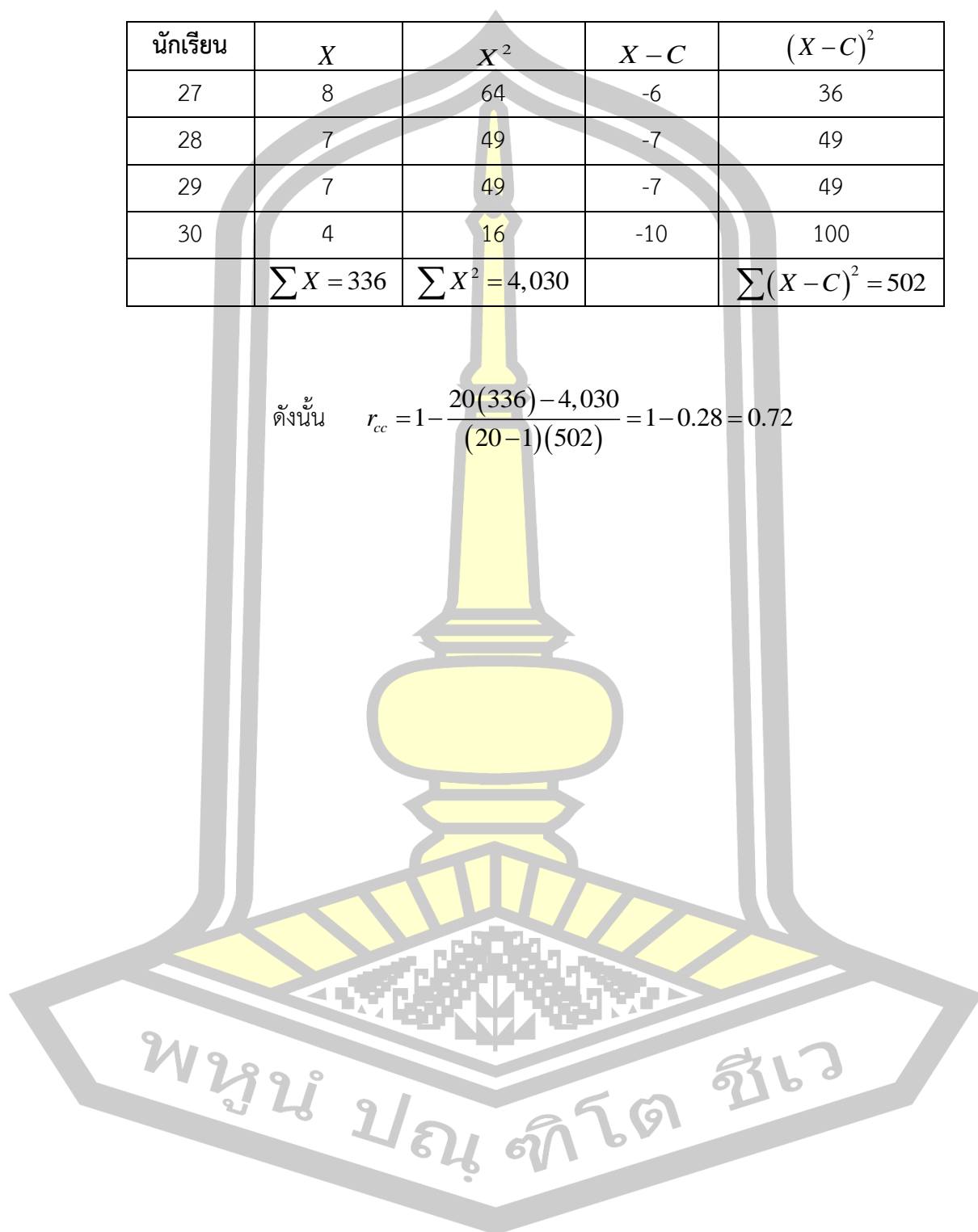
ตาราง 27 วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett Method) กำหนดคะแนน C (70% ของคะแนนเต็ม)

นักเรียน	$X$	$X^2$	$X - C$	$(X - C)^2$
1	15	225	1	1
2	15	225	1	1
3	15	225	1	1
4	15	225	1	1
5	14	196	0	0
6	14	196	0	0
7	14	196	0	0
8	14	196	0	0
9	14	196	0	0
10	13	169	-1	1
11	13	169	-1	1
12	13	169	-1	1
13	13	169	-1	1
14	13	169	-1	1
15	12	144	-2	4
16	12	144	-2	4
17	11	121	-3	9
18	10	100	-4	16
19	10	100	-4	16
20	10	100	-4	16
21	9	81	-5	25
22	9	81	-5	25
23	8	64	-6	36
24	8	64	-6	36
25	8	64	-6	36
26	8	64	-6	36

ตาราง 27 (ต่อ)

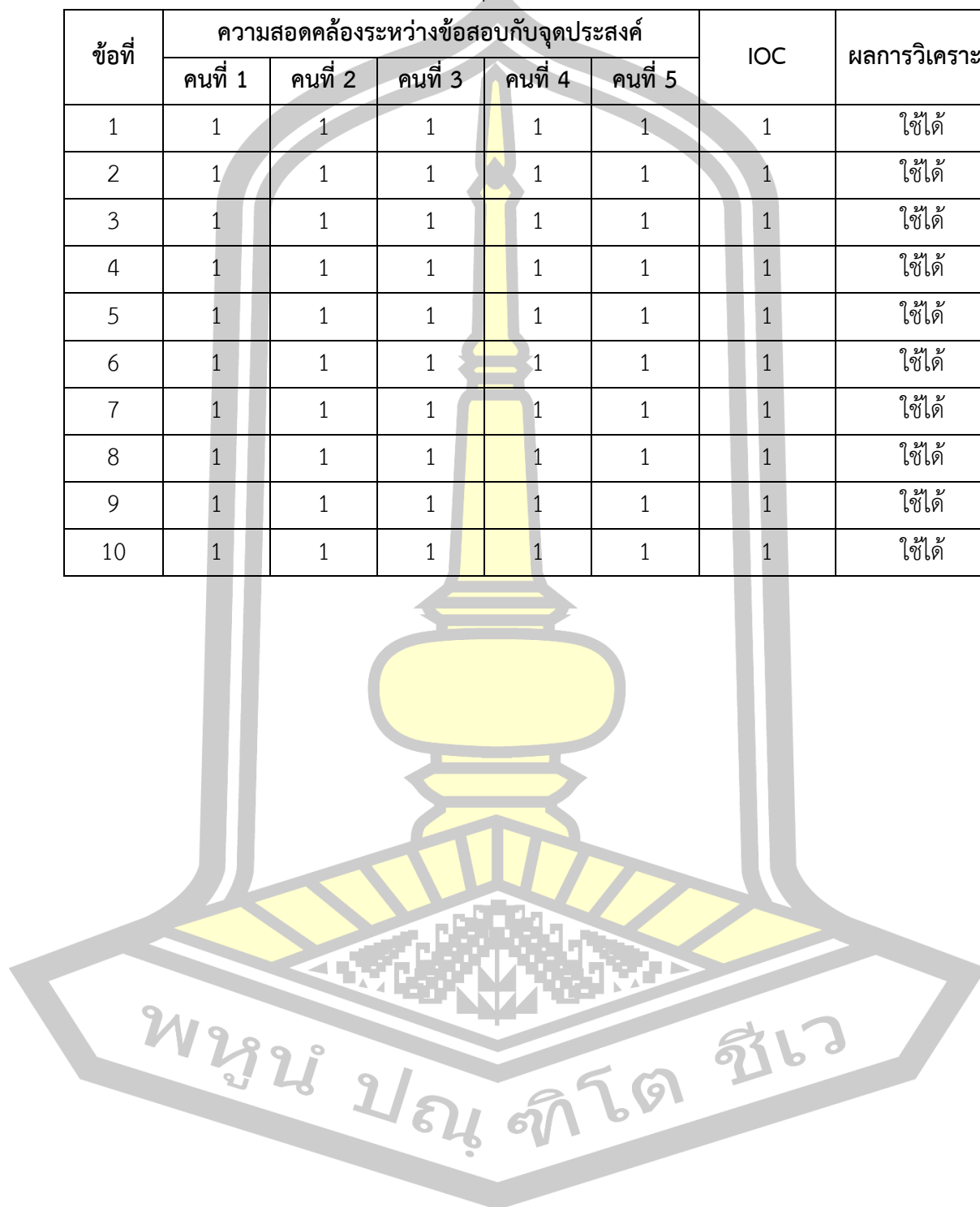
นักเรียน	$X$	$X^2$	$X - C$	$(X - C)^2$
27	8	64	-6	36
28	7	49	-7	49
29	7	49	-7	49
30	4	16	-10	100
	$\sum X = 336$	$\sum X^2 = 4,030$		$\sum (X - C)^2 = 502$

ดังนั้น  $r_{cc} = 1 - \frac{20(336) - 4,030}{(20-1)(502)} = 1 - 0.28 = 0.72$



ตาราง 28 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้





ตาราง 29 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	คะแนนรวม (fx)		ค่าความยากง่าย P	ค่าอำนาจจำแนก r	การแปลความหมาย		หมายเหตุ
	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ			P	r	
1	73	22	0.72	0.57	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้	ใช้ได้
2	51	9	0.25	0.35	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้	ใช้ได้
3	70	14	0.45	0.47	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้
4	50	12	0.27	0.32	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้	ใช้ได้
5	51	13	0.28	0.32	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้	ใช้ได้
6	71	14	0.61	0.63	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้	ใช้ได้
7	43	16	0.32	0.30	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้	ใช้ได้
8	60	17	0.52	0.48	ยากง่ายปานกลาง	จำแนกได้	ใช้ได้
9	57	14	0.34	0.36	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้	ใช้ได้
10	66	19	0.61	0.4	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้	ใช้ได้

จากตาราง 29 ค่าความยากง่าย(P) จะต้องอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 (ค่อนข้างยาก,ยากง่ายปานกลาง,ค่อนข้างง่าย) ซึ่งข้อสอบทั้ง 10 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ทั้ง 10 ข้อ และ ค่าอำนาจจำแนก(r) จะต้องมามีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จึงจะสามารถจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกทั้ง 10 ข้อ อยู่ในเกณฑ์ทั้ง 10 ข้อ

การประเมินคุณภาพของข้อสอบว่าข้อใดเป็นข้อสอบที่ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ควรพิจารณาทั้งค่าความยากง่าย(P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ควบคู่กัน ปรากฏว่า ข้อสอบทั้ง 10 ข้ออยู่ในเกณฑ์ทั้งหมด แต่ผู้วิจัยจะต้องเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมมากที่สุดจึงเลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40 ขึ้นไป (ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง - ข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง) ดังข้อต่อไปนี้ ข้อ 1,3,6,8,10

ตาราง 30 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คนที่/ข้อ	1	2	3	4	5	$x$	$x^2$
1	4	4	4	4	4	20	400
2	4	4	4	3	4	19	361
3	4	4	4	4	4	20	400
4	4	4	4	4	3	19	361
5	4	4	4	4	4	20	400
6	4	4	3	4	4	19	361
7	4	3	4	4	3	18	324
8	4	4	3	3	4	18	324
9	4	4	3	1	4	16	256
10	4	3	4	4	4	19	361
11	4	3	4	2	4	17	289
12	4	3	4	3	4	18	324
13	4	4	4	3	4	19	361
14	4	4	4	2	3	17	289
15	4	3	4	4	3	18	324
16	3	4	3	3	2	15	225
17	4	3	3	4	3	17	289
18	3	4	4	1	3	15	225
19	3	4	4	3	2	16	256
20	2	1	2	2	1	8	64
21	2	2	1	2	2	9	81
22	2	1	1	2	2	8	64
23	2	2	1	1	4	10	100
24	1	2	2	1	1	7	49
25	2	2	1	2	1	8	64

ตาราง 30 (ต่อ)

คนที่/ข้อ	1	2	3	4	5	$x$	$x^2$
26	2	1	1	1	1	6	36
27	3	0	1	2	1	7	49
28	2	2	2	1	1	8	64
29	2	0	1	1	3	7	49
30	2	1	1	2	2	8	64
รวม	95	84	85	77	85	426	6814
ความแปรปรวน	0.97	1.75	1.66	1.36	1.39	7.13	

$$\sum x = 426 \quad \sum x^2 = 6,814$$

$$S_i^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}$$

$$S_i^2 = \frac{30(6,814) - (426)^2}{30(30-1)} = 26.37$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_i^2} \right] = \frac{30}{30-1} \left[ 1 - \frac{7.13}{26.37} \right] = 0.76$$

นั่นคือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.76

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ภาคผนวก ง

- คะแนนทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- คะแนนทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน – หลังเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา
- คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังจากผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- แสดงคะแนนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา

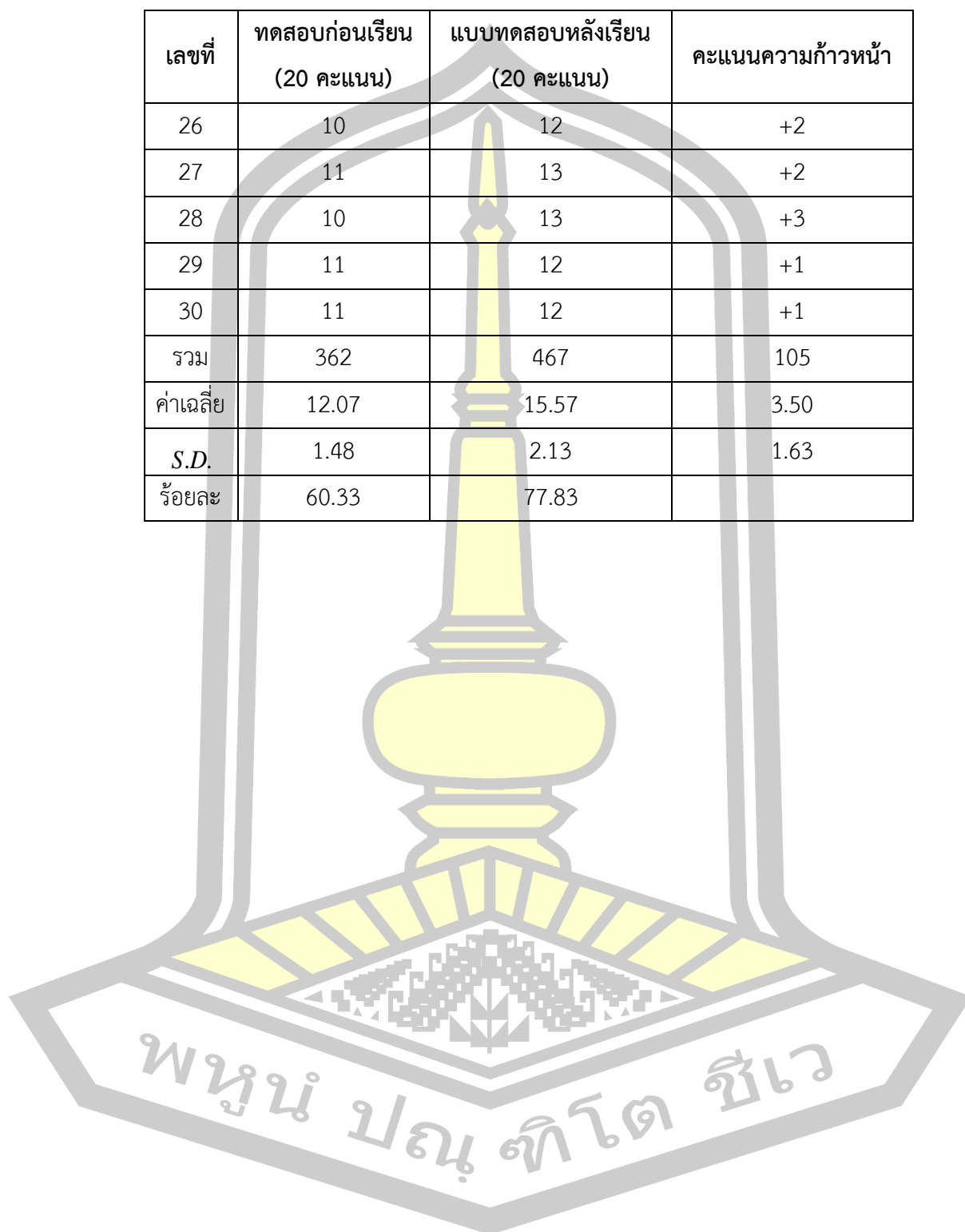
พหุ ประถมศึกษา

ตาราง 31 คะแนนทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	แบบทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	คะแนนความก้าวหน้า
1	13	17	+4
2	13	17	+4
3	14	15	+1
4	12	17	+5
5	14	17	+3
6	14	16	+2
7	14	17	+3
8	13	17	+4
9	13	15	+2
10	14	19	+5
11	13	15	+2
12	13	17	+4
13	12	15	+3
14	14	19	+5
15	14	18	+4
16	13	18	+5
17	10	17	+7
18	11	16	+5
19	11	18	+7
20	11	16	+5
21	10	15	+5
22	11	15	+4
23	11	13	+2
24	10	13	+3
25	11	13	+2

ตาราง 31 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	แบบทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	คะแนนความก้าวหน้า
26	10	12	+2
27	11	13	+2
28	10	13	+3
29	11	12	+1
30	11	12	+1
รวม	362	467	105
ค่าเฉลี่ย	12.07	15.57	3.50
<i>S.D.</i>	1.48	2.13	1.63
ร้อยละ	60.33	77.83	



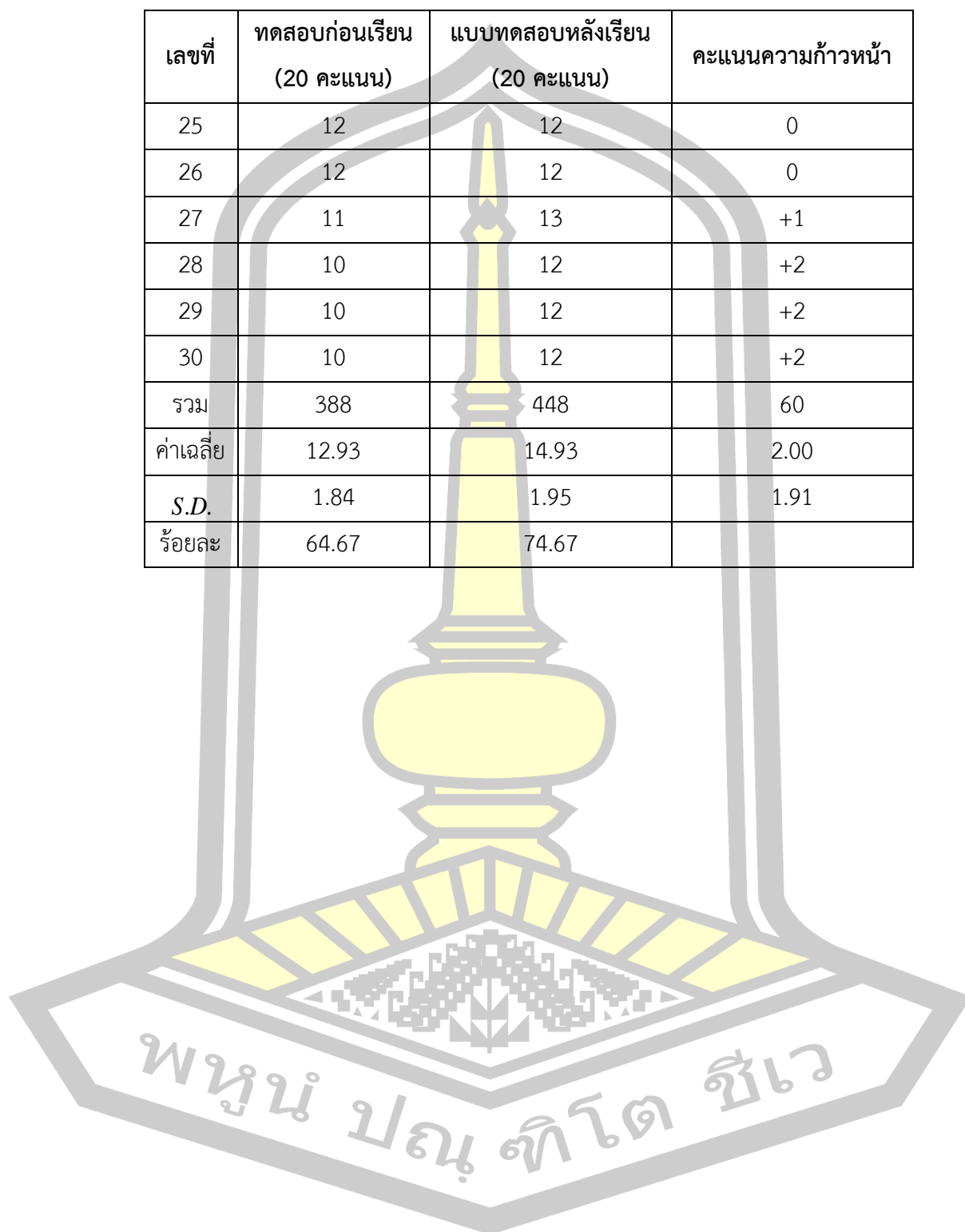
ตาราง 32 คะแนนทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทาง  
คณิตศาสตร์ ก่อนเรียน – หลังเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการ  
เรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	แบบทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	คะแนนความก้าวหน้า
1	14	15	+1
2	14	14	0
3	14	15	+1
4	15	15	0
5	14	16	+2
6	14	14	0
7	15	16	+1
8	14	16	+1
9	15	16	+1
10	16	18	+2
11	15	15	0
12	15	15	0
13	15	16	+1
14	14	18	+4
15	14	16	+2
16	14	15	+1
17	12	16	+4
18	11	16	+5
19	11	16	+5
20	12	16	+4
21	12	18	+6
22	11	18	+7
23	11	12	+1
24	11	13	+2



ตาราง 32 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	แบบทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	คะแนนความก้าวหน้า
25	12	12	0
26	12	12	0
27	11	13	+1
28	10	12	+2
29	10	12	+2
30	10	12	+2
รวม	388	448	60
ค่าเฉลี่ย	12.93	14.93	2.00
<i>S.D.</i>	1.84	1.95	1.91
ร้อยละ	64.67	74.67	



ตาราง 33 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นักเรียนคนที่	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน ( X ) (คะแนนเต็ม 20)
1	16
2	15
3	17
4	19
5	16
6	14
7	16
8	16
9	16
10	18
11	15
12	15
13	16
14	18
15	16
16	15
17	16
18	16
19	16
20	16

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตาราง 33 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน ( X ) (คะแนนเต็ม 20)
21	18
22	18
23	12
24	13
25	12
26	12
27	13
28	12
29	12
30	12
คะแนนเฉลี่ย	15.20

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, df = n - 1$$

$$s = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{30(7,060) - (207,936)}{30(30-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{3,864}{807}}$$

$$= 2.11$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{15.20 - 14}{\frac{2.11}{\sqrt{30}}}, df = n - 1 \\ &= \frac{1.20}{0.39} \\ &= 3.08 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง  $t$  จะได้ค่าวิกฤติของ  $t$  จากการแจกแจงแบบ  $t$  เท่ากับ 1.70 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05 เมื่อ  $df = 30 - 1 = 29$ )

ดังนั้น จะเห็นว่าค่า  $t$  ที่คำนวณมากกว่าค่า  $t$  วิกฤติ ( $3.08 > 1.70$ ) สรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05



ตาราง 34 คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังจากผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นักเรียนคนที่	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน ( $X$ ) (คะแนนเต็ม 20)
1	14
2	13
3	13
4	11
5	16
6	14
7	16
8	16
9	16
10	18
11	15
12	16
13	16
14	18
15	16
16	15
17	16
18	16
19	16
20	16

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตาราง 34 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน ( X ) (คะแนนเต็ม 20)
21	18
22	18
23	12
24	13
25	12
26	12
27	13
28	12
29	12
30	12
คะแนนเฉลี่ย	14.70

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบความสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังจากผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, df = n - 1$$

$$s = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{30(6,615) - (194,481)^2}{30(30-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{3,969}{870}}$$

$$= 2.14$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{14.70 - 14}{\frac{2.14}{\sqrt{30}}}, df = n - 1 \\
 &= \frac{0.70}{0.39} \\
 &= 1.79
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง  $t$  จะได้ค่าวิกฤติของ  $t$  จากการแจกแจงแบบ  $t$  เท่ากับ 1.70 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05 เมื่อ  $df = 30 - 1 = 29$ )

ดังนั้น จะเห็นว่าค่า  $t$  ที่คำนวณมากกว่าค่า  $t$  วิกฤติ ( $1.79 > 1.70$ ) สรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05





ตาราง 35 แสดงคะแนนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	แบบทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน
1	14	16	80
2	14	15	75
3	14	17	85
4	15	19	95
5	14	16	80
6	14	14	70
7	15	16	80
8	14	16	80
9	15	16	80
10	16	18	90
11	16	15	75
12	15	15	75
13	15	16	80
14	14	18	90
15	14	16	80
16	14	15	75
17	12	16	80
18	11	16	80
19	11	16	80
20	12	16	80
21	12	18	90
22	11	18	90
23	12	12	60
24	11	13	65
25	12	12	60

ตาราง 35 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	แบบทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน
26	12	12	60
27	11	13	65
28	10	12	60
29	10	12	60
30	10	12	60
รวม	390	456	2280
ค่าเฉลี่ย	13.00	15.20	76.00
จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 73.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด			

ทดสอบสมมติฐาน นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

$$1) H_0 : \pi = 0.70$$

$$H_1 : \pi < 0.70$$

$$2) \alpha = 0.05$$

$$3) \text{บริเวณปฏิเสธ } H_0 \text{ คือ } Z \leq -1.645$$

4) สถิติทดสอบ

$$Z = \frac{p - \pi_0}{\sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}}}$$

$$Z = \frac{\frac{22}{30} - 0.70}{\sqrt{\frac{0.70(1 - 0.70)}{30}}}$$

$$Z = 0.3984$$

5) เพราะว่า  $Z = 0.3984$  ตกอยู่ในบริเวณยอมรับ  $H_0$  หรือ

เพราะว่า  $p\text{-value} = P(Z < 0.3984) = 0.6554$  ซึ่งมากกว่า  $\alpha = 0.05$

ดังนั้น ยอมรับ  $H_0 : \pi = 0.70$

นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปปา จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ที่ระดับนัยสำคัญ .05



ตาราง 36 แสดงคะแนนทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	แบบทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน
1	14	14	70
2	14	13	65
3	14	13	65
4	15	11	55
5	14	16	80
6	14	14	70
7	15	16	80
8	14	16	80
9	15	16	80
10	16	18	90
11	14	15	75
12	15	16	80
13	15	16	80
14	14	18	90
15	14	16	80
16	14	15	75
17	12	16	80
18	11	16	80
19	11	16	80
20	12	16	80
21	12	18	90
22	11	18	90
23	10	12	60
24	11	13	65
25	12	12	60

ตาราง 36 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	แบบทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน
26	12	12	60
27	11	13	65
28	10	12	60
29	10	12	60
30	10	12	60
รวม	386	441	2205
ค่าเฉลี่ย	12.87	14.70	73.50
จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 63.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด			

ทดสอบสมมติฐาน นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

1)  $H_0 : \pi = 0.70$

$H_1 : \pi < 0.70$

2)  $\alpha = 0.05$

3) บริเวณปฏิเสธ  $H_0$  คือ  $Z \leq -1.645$

4) สถิติทดสอบ

$$Z = \frac{p - \pi_0}{\sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}}}$$

$$Z = \frac{\frac{19}{30} - 0.70}{\sqrt{\frac{0.70(1 - 0.70)}{30}}}$$

$$Z = -0.80$$

5) เพราะว่า  $Z = -0.80$  ตกอยู่ในบริเวณยอมรับ  $H_0$  หรือ

เพราะว่า  $p\text{-value} = P(Z < -0.80) = 0.2119$  ซึ่งมากกว่า  $\alpha = 0.05$

ดังนั้น ยอมรับ  $H_0 : \pi = 0.70$

นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ที่ระดับนัยสำคัญ .05







## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ค32102)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ลำดับและอนุกรม

เวลา 18 คาบ

เรื่อง ลำดับเรขาคณิต

เวลาเรียน 2 คาบ

### 1. สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการ

### 2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### 3. ตัวชี้วัด

ค 4.1 ม.4-6/4 เข้าใจการหาพจน์ทั่วไปของลำดับ

ค 6.1 ม.4-6/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ค 6.1 ม.4-6/1 ใช้ความรู้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน

### 4. สาระสำคัญ

ลำดับเรขาคณิต เป็นลำดับที่มีความสำคัญลำดับหนึ่ง ลักษณะของลำดับกล่าวคือ แต่ละพจน์ที่อยู่ติดกัน เมื่อหารกันจะเป็นสัดส่วนคงที่ โดยนำอัตราส่วนของพจน์หลังส่วนพจน์ที่มาก่อน (พจน์ติดกัน) เรียกว่า อัตราส่วนร่วม

พจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต  $a_n = ar^{n-1}$

## 5. จุดประสงค์การเรียนรู้

### ด้านความรู้ (K)

- 1) นักเรียนระบุลำดับที่เป็นลำดับเรขาคณิต และหาจำนวนพจน์ของลำดับเรขาคณิตได้
- 2) นักเรียนสามารถหาพจน์ที่ 1 และอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตได้
- 3) นักเรียนสามารถหาพจน์ที่  $n$  ของลำดับเรขาคณิตได้

### ด้านคุณลักษณะ (A)

- 1) มีความใฝ่รู้
- 2) มีระเบียบวินัย
- 3) มุ่งมั่นในการทำงาน

### ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

- 1) นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้
- 2) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้
- 3) นักเรียนสามารถสื่อสารและสื่อความหมายได้

## 6. สารการเรียนรู้

ลำดับเรขาคณิต คือ ลำดับที่มีอัตราส่วนของพจน์ที่  $n+1$  ต่อพจน์ที่  $n$  มีค่าคงตัว ค่าคงตัวนี้ เรียกว่า อัตราส่วนร่วม

ถ้าให้  $r$  เป็นอัตราส่วนร่วม

จะได้  $r = \frac{a_{n+1}}{a_n}$  หรือ  $a_{n+1} = a_n r$  เมื่อ  $n \in I^+$

**ตัวอย่างที่ 1** ลำดับเรขาคณิต  $-2, 2, -2, 2, -2, \dots$  จงหาอัตราส่วนร่วม

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

ลำดับเรขาคณิต  $-2, 2, -2, 2, -2, \dots$

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

อัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต  $-2, 2, -2, 2, -2, \dots$

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

เนื่องจาก  $a_1 = -2$  และ  $a_2 = 2$

อยากทราบ อัตราส่วนร่วม ( $r$ )

หา  $r$  จาก  $r = \frac{a_{n+1}}{a_n}$

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

ลำดับเรขาคณิต  $-2, 2, -2, 2, -2, \dots$

จะได้  $a_1 = -2$  และ  $a_2 = 2$

$$\text{จาก } r = \frac{a_{n+1}}{a_n}$$

$$\text{จะได้ว่า } r = \frac{a_2}{a_1} = \frac{2}{-2} = -1$$

#### 4. ขั้นสรุปคำตอบ

ดังนั้น อัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต  $-2, 2, -2, 2, -2, \dots$  คือ  $-1$

การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต

กำหนดให้  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$  เป็นลำดับเรขาคณิต มีอัตราส่วนร่วมเท่ากับ  $r$  จะได้

$$a_1 = a_1 = a_1 = a_1$$

$$a_2 = a_1 r = a_1 r = a_1 r$$

$$a_3 = a_2 r = (a_1 r) r = a_1 r^2$$

$$a_4 = a_3 r = (a_1 r^2) r = a_1 r^3$$

.

.

.

$$a_n = a_{n-1} r = (a_1 r^{n-2}) r = a_1 r^{n-1}$$

พจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต คือ  $a_n = a_1 r^{n-1}$

**ตัวอย่างที่ 2** จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต  $8, 2, \frac{1}{2}, \dots$

#### 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

ลำดับเรขาคณิต  $8, 2, \frac{1}{2}, \dots$

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

พจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต  $8, 2, \frac{1}{2}, \dots$  นั่นคือ หาพจน์  $a_n$

## 2. ชั้นวางแผนแก้ปัญหา

เนื่องจาก  $a_1 = 8$  และ  $a_2 = 2$

อยากทราบ อัตราส่วนร่วม

หา  $r$  จาก  $r = \frac{a_{n+1}}{a_n}$

แล้วแทนค่าใน  $a_n = a_1 r^{n-1}$  หาพจน์ที่  $n$

## 3. ชั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

ลำดับเรขาคณิต  $8, 2, \frac{1}{2}, \dots$

จะได้  $a_1 = 8$  และ  $a_2 = 2$

จาก  $r = \frac{a_{n+1}}{a_n}$

จะได้ว่า  $r = \frac{a_2}{a_1} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$

แทนค่า  $a_1 = 8$  และ  $r = \frac{1}{4}$

จะได้  $a_n = (8) \left(\frac{1}{4}\right)^{n-1}$

## 4. ชั้นสรุปคำตอบ

ดังนั้น พจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต  $8, 2, \frac{1}{2}, \dots$  คือ  $a_n = (8) \left(\frac{1}{4}\right)^{n-1}$

**ตัวอย่างที่ 3** จงหา 4 พจน์แรกของลำดับเรขาคณิตที่มี  $a_1 = \frac{1}{2}$  และ  $r = 3$

## 1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

ลำดับเรขาคณิตที่มี  $a_1 = \frac{1}{2}$  และ  $r = 3$

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

4 พจน์แรกของลำดับเรขาคณิตนี้ ซึ่งมี  $a_1 = \frac{1}{2}$  และ  $r = 3$

## 2. ชั้นวางแผนแก้ปัญหา

ให้  $a_1, a_2, a_3, a_4$  เป็นลำดับเรขาคณิต หาแต่ละพจน์

โดย แทนค่าใน  $a_n = a_1 r^{n-1}$  หาพจน์ที่  $n$

## 3. ชั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

จาก  $a_1 = \frac{1}{2}$  และ  $r = 3$

$$\begin{aligned}
 \text{จะได้ } a_1 &= a_1 = a_1 = a_1 \\
 a_2 &= a_1 r = \left(\frac{1}{2}\right) 3 = \frac{3}{2} \\
 a_3 &= a_2 r = \left(\frac{3}{2}\right) (3) = \frac{9}{2} \\
 a_4 &= a_3 r = \left(\frac{9}{2}\right) (3) = \frac{27}{2}
 \end{aligned}$$

#### 4. ขั้นสรุปคำตอบ

ดังนั้น 4 พจน์แรกของลำดับเรขาคณิต คือ  $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{9}{2}, \frac{27}{2}$

**ตัวอย่างที่ 4** กำหนดพจน์ที่ 4 และพจน์ที่ 7 ของลำดับเรขาคณิตมีค่าเท่ากับ 3 และ 81 ตามลำดับ จงหาพจน์ที่ 10 ของลำดับนี้

#### 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

ลำดับเรขาคณิตที่มี  $a_4 = 3$  และ  $a_7 = 81$

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

$a_{10}$

#### 2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

หาอัตราส่วนร่วม โดยการแทนค่า  $a_4 = 3$  และ  $a_7 = 81$

โดย แทนค่าใน  $a_n = a_1 r^{n-1}$  แล้วนำสมการที่ได้แก้สมการหา  $r$  และ  $a_1$

จากนั้นจึงคำนวณหาพจน์ที่ 10

#### 3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } a_4 &= 3 \\
 \text{จะได้ } a_4 &= a_1 r^{4-1} \\
 3 &= a_1 r^3 \quad \text{-----(1)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } a_7 &= 81 \\
 \text{และ } a_7 &= a_1 r^{7-1} \\
 81 &= a_1 r^6 \quad \text{-----(2)}
 \end{aligned}$$

$$\text{นำสมการ (1) } \div \text{ (2) จะได้ } \frac{81}{3} = \frac{a_1 r^6}{a_1 r^3}$$

$$r^3 = 27$$

$$r = 3$$

แทน  $r=3$  ใน (1) จะได้  $3 = a_1(3)^3$

$$a_1 = \frac{3}{27} = \frac{1}{9}$$

จะได้ พจน์ที่ 10  $a_{10} = \left(\frac{1}{9}\right)(3)^9 = \left(\frac{1}{3^2}\right)(3)^9 = 3^7$

4. ขั้นสรุปคำตอบ

ดังนั้น พจน์ที่ 10 ของลำดับเรขาคณิต คือ  $3^7$  หรือ  $a_{10} = 3^7$

## 7. กิจกรรมการเรียนรู้

### (ขั้นทบทวนความรู้เดิม)

1. ทบทวนเนื้อหาที่เรียนในเรื่อง ลำดับเลขคณิต การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต การแก้โจทย์ปัญหา ผลต่างร่วม โดยครูกล่าว “ให้นักเรียนยกตัวอย่างลำดับเลขคณิต” พร้อมเขียนบนกระดาน ครูถาม “แล้วพจน์ทั่วไปของลำดับนี้คืออะไร”

**ตัวอย่าง** จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต 1, -3, -7, -11, ...

**วิธีทำ** จาก 1, -3, -7, -11, ...

จะได้  $a_1 = 1$  และ  $d = a_{n+1} - a_n = a_2 - a_1 = -3 - 1 = -4$

จาก  $a_n = a_1 + (n-1)d$

จะได้  $a_n = 1 + (n-1)(-4)$

$$a_n = 1 + (-4n + 4)$$

$$a_n = 5 - 4n$$

ดังนั้น พจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต 1, -3, -7, -11, ... คือ  $a_n = 5 - 4n$

2. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน โดยจัดนักเรียนเข้ากลุ่มแบบคละความสามารถ เป็นนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน โดยพิจารณาจากผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ผ่านมา

3. ครูนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าประกอบไปด้วยขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจ ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ และ ขั้นสรุปคำตอบ แต่ละขั้นตอนนี้มีลักษณะอย่างไร เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ

### (ขั้นแสวงหาความรู้ใหม่)

1. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 9 และ ใบกิจกรรมที่ 10 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพื่อทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา กำหนดแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหา ก่อนที่จะลงมือแสดงวิธีคิด เพื่อหาคำตอบของปัญหาภายในกลุ่ม
2. ครูเป็นผู้อธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการทำกิจกรรม ชี้แนะขั้นตอนในการแก้ปัญหา และครูอาจใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อเปิดความคิดของนักเรียน
3. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์โจทย์ปัญหาพร้อมทั้งพิจารณาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการในแต่ละกิจกรรม โดยครูแนะนำให้นักเรียนหาพจน์ทั่วไป และอัตราส่วนร่วมร่วมของลำดับเรขาคณิต พร้อมทั้งชี้แนะขั้นตอนในการแก้ปัญหา
4. นักเรียนศึกษาตัวอย่างของลำดับเรขาคณิตจากตัวอย่างที่ 1 – 4 โดยร่วมกันแทนค่าและคิดคำนวณด้วยความรอบคอบ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน
5. ครูแจกใบงานที่ 5 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันอภิปรายเพื่อทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา กำหนดแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหา ก่อนที่จะลงมือแสดงวิธีคิด เพื่อหาคำตอบของปัญหา

### (ขั้นแสดงผลงาน)

เมื่อนักเรียนทำใบงานที่ 5 เรียบร้อยแล้ว ครูสุ่มกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งออกมาแสดงคำตอบของกลุ่มตัวเองหน้าชั้นเรียน โดยมีครูและเพื่อนๆ กลุ่มอื่น ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบและช่วยกันแก้ไขให้ถูกต้อง

### (ขั้นสรุป)

เมื่อนักเรียนทำใบงานที่ 5 และนำเสนอหน้าชั้นเรียนเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับลำดับเรขาคณิต และช่วยกันสรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจ ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ และ ขั้นสรุปคำตอบ และให้นักเรียนซักถามในเรื่องที่นักเรียนยังสงสัย

### (ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้)

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 4.1.4 ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ หน้า 165 เป็นการบ้าน



## 8. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

### สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 9
2. ใบกิจกรรมที่ 10
3. ใบงานที่ 5
4. แบบฝึกหัด 4.1.4 (หนังสือเรียนคณิตศาสตร์)

### แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด

## 9. ภาระงาน / ชิ้นงาน

1. ใบงานที่ 5

## 10. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
<b>ด้านความรู้ (K)</b> 1) นักเรียนระบุลำดับที่เป็นลำดับเรขาคณิต และหาจำนวนพจน์ของลำดับเรขาคณิตได้ 2) นักเรียนสามารถหาพจน์ที่ 1 และผลต่างร่วมของลำดับเรขาคณิตได้ 3) นักเรียนสามารถหาพจน์ที่ n ของลำดับเรขาคณิตได้	ตรวจใบกิจกรรม และใบงาน	- ใบกิจกรรม - ใบงาน	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
<b>ด้านคุณลักษณะ (A)</b> 1) มีความใฝ่รู้ 2) มีระเบียบวินัย 3) มุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตจากการ ร่วมกิจกรรมการ เรียนรู้	แบบประเมิน พฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับ ดี
<b>ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)</b> 1) นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ 2) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ 3) นักเรียนสามารถสื่อสารและสื่อความหมายได้	ตรวจใบกิจกรรม และใบงาน และ การสังเกต	- ใบกิจกรรม - ใบงาน	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป

ด้านคุณลักษณะ(A)

วิธีการวัดและการประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัด
สังเกตพฤติกรรมขณะทำงาน และร่วมทำงานกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรมขณะทำงานเป็นกลุ่ม	-คะแนนรวม 7 - 9 หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก -คะแนนรวม 4 - 6 หมายถึง ระดับคุณภาพดี -คะแนนรวม 1 - 3 หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้

## ตัวชี้วัดการประเมินด้านคุณลักษณะ

ตัวชี้วัดการประเมินด้านคุณลักษณะ: มีความใฝ่รู้

คะแนน/ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นประจำ
2 ดี	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ บ่อยครั้ง
1 พอใช้	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ บ้างบางครั้ง

ตัวชี้วัดการประเมินด้านคุณลักษณะ: มีระเบียบวินัย

คะแนน/ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ และรับผิดชอบในงานทุกครั้ง
2 ดี	ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ และรับผิดชอบในงานบ่อยครั้ง
1 พอใช้	ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ และรับผิดชอบในงานบางครั้ง

## เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะ: มุ่งมั่นในการทำงาน

คะแนน/ ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติงานกลุ่มที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จลุล่วง มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นด้วยตนเอง
2 ดี	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติงานกลุ่มที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จลุล่วง ไม่มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้น
1 พอใช้	ไม่มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่ม หรือ ไม่มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานกลุ่มที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จลุล่วง (อย่างใดอย่างหนึ่ง) และไม่มีการปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น



## แบบประเมินด้านคุณลักษณะ

ชั้น.....วันที่.....เดือน.....ปี.....ครั้งที่.....

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			รวม ( 9คะแนน)	ระดับ คุณภาพ
		ใฝ่รู้ (3 คะแนน)	มีระเบียบวินัย (3 คะแนน)	มุ่งมั่นในการทำงาน (3 คะแนน)		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			รวม (9 คะแนน)	ระดับ คุณภาพ
		ใฝ่รู้ (3 คะแนน)	มีระเบียบวินัย (3 คะแนน)	มุ่งมั่นใน การทำงาน (3 คะแนน)		
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

( )

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

วิธีการวัดและการประเมินผล	เครื่องมือวัดผลประเมินผล	เกณฑ์การวัด
ประเมินพฤติกรรมตามรายการแบบประเมินด้านทักษะ/กระบวนการ	-แบบประเมินทักษะ/กระบวนการ -ใบกิจกรรม 1-4	-คะแนนรวม 9 - 12 หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก -คะแนนรวม 5 - 8 หมายถึง ระดับคุณภาพดี -คะแนนรวม 1 - 4 หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้ -คะแนนรวม 0 ระดับคุณภาพปรับปรุง

## เกณฑ์การประเมินด้านทักษะ/กระบวนการ: การแก้ปัญหา

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
3 ดี	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
2 พอใช้	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหา สำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อ ไม่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0 ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

## เกณฑ์การประเมินด้านทักษะ/กระบวนการ: การเชื่อมโยง

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ และนำไปใช้อย่างสมเหตุสมผล
3 ดี	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ และนำไปใช้
2 พอใช้	เสนอแนวคิดสมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ และไม่สามารถนำไปใช้ได้
1 ต้องปรับปรุง	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ และไม่สามารถนำไปใช้ได้
0 ไม่พยายาม	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

## เกณฑ์การประเมินด้านทักษะ/กระบวนการ: การสื่อสาร การสื่อความหมาย

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์สื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง แสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน เป็นระบบ กระชับ ชัดเจน มีรายละเอียดสมบูรณ์
3 ดี	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์สื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง แต่ยังขาดความสมบูรณ์
2 พอใช้	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์สื่อความหมายได้อย่างถูกต้องบางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ ขาดความถูกต้อง
0 ไม่พยายาม	ไม่นำเสนอ





## แบบประเมินด้านทักษะ/กระบวนการ

ชั้น.....วันที่.....เดือน.....ปี.....ครั้งที่.....

ที่	ชื่อสกุล	รายการประเมิน			รวม (12 คะแนน)	ระดับ คุณภาพ
		การแก้ปัญหา (4 คะแนน)	การให้ เหตุผล (4 คะแนน)	การสื่อสาร (4 คะแนน)		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

ที่	ชื่อสกุล	รายการประเมิน			รวม (12 คะแนน)	ระดับ คุณภาพ
		การแก้ปัญหา (4 คะแนน)	การให้ เหตุผล (4 คะแนน)	การสื่อสาร (4 คะแนน)		
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						



ลงชื่อผู้ประเมิน.....

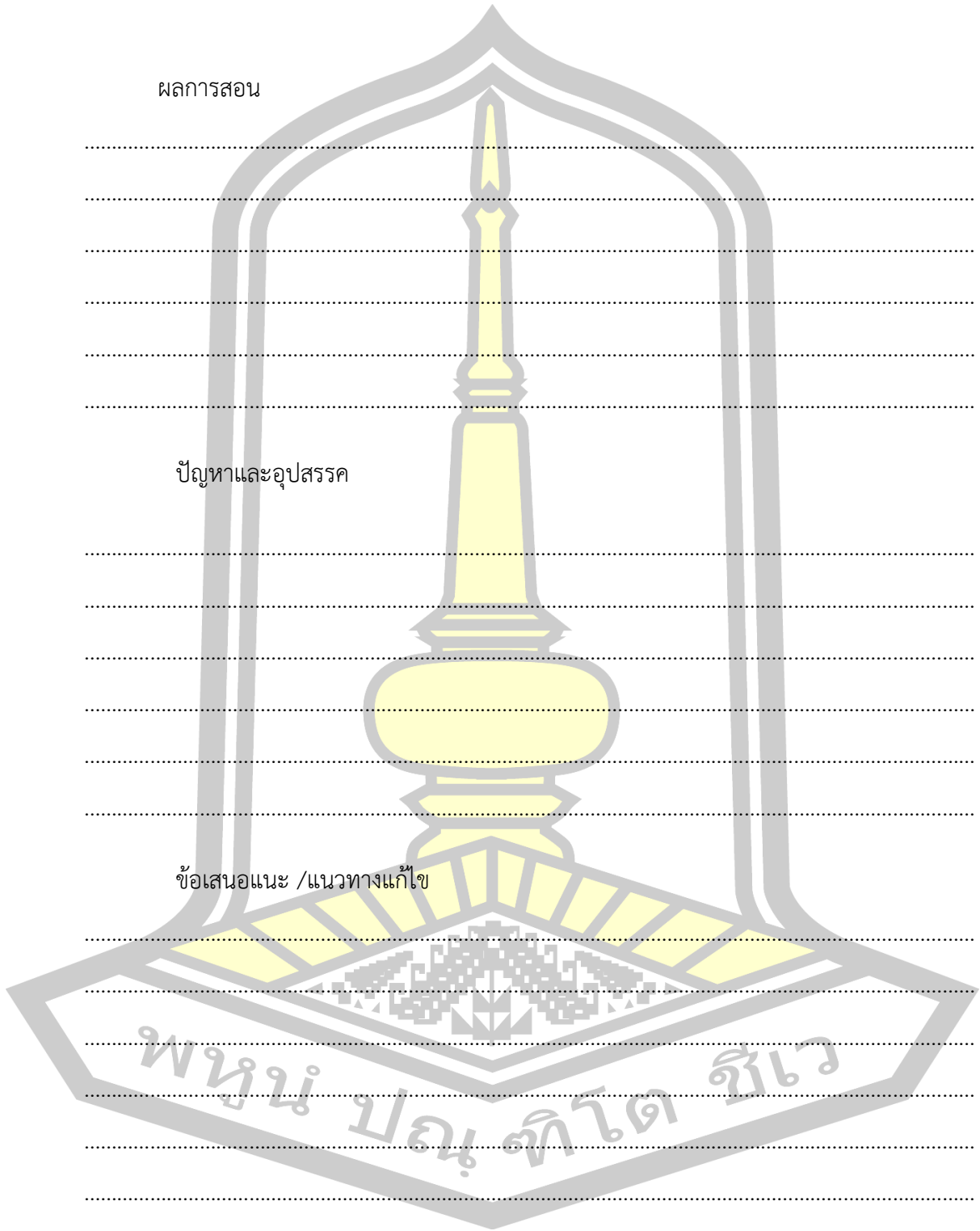
(.....)

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการสอน

ปัญหาและอุปสรรค

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข



พูนปัญญาภิวัตน์

## ใบกิจกรรมที่ 9

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหา

ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมให้นักเรียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ถ้าพจน์ที่ 1 และพจน์ที่ 5 ของลำดับเรขาคณิตคือ 3 และ 768 ตามลำดับ จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

.....

.....

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

.....

.....

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

.....

.....

4. ขั้นสรุปคำตอบ

.....

.....

พูน บุญ ทิโต ชีวะ

2. ถ้าพจน์ที่ 1 และพจน์ที่ 5 ของลำดับเรขาคณิตคือ 3 และ 768 ตามลำดับ พจน์ที่ 10 ของลำดับเรขาคณิตนี้

1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

.....

.....

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

.....

.....

2. ชั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

3. ชั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

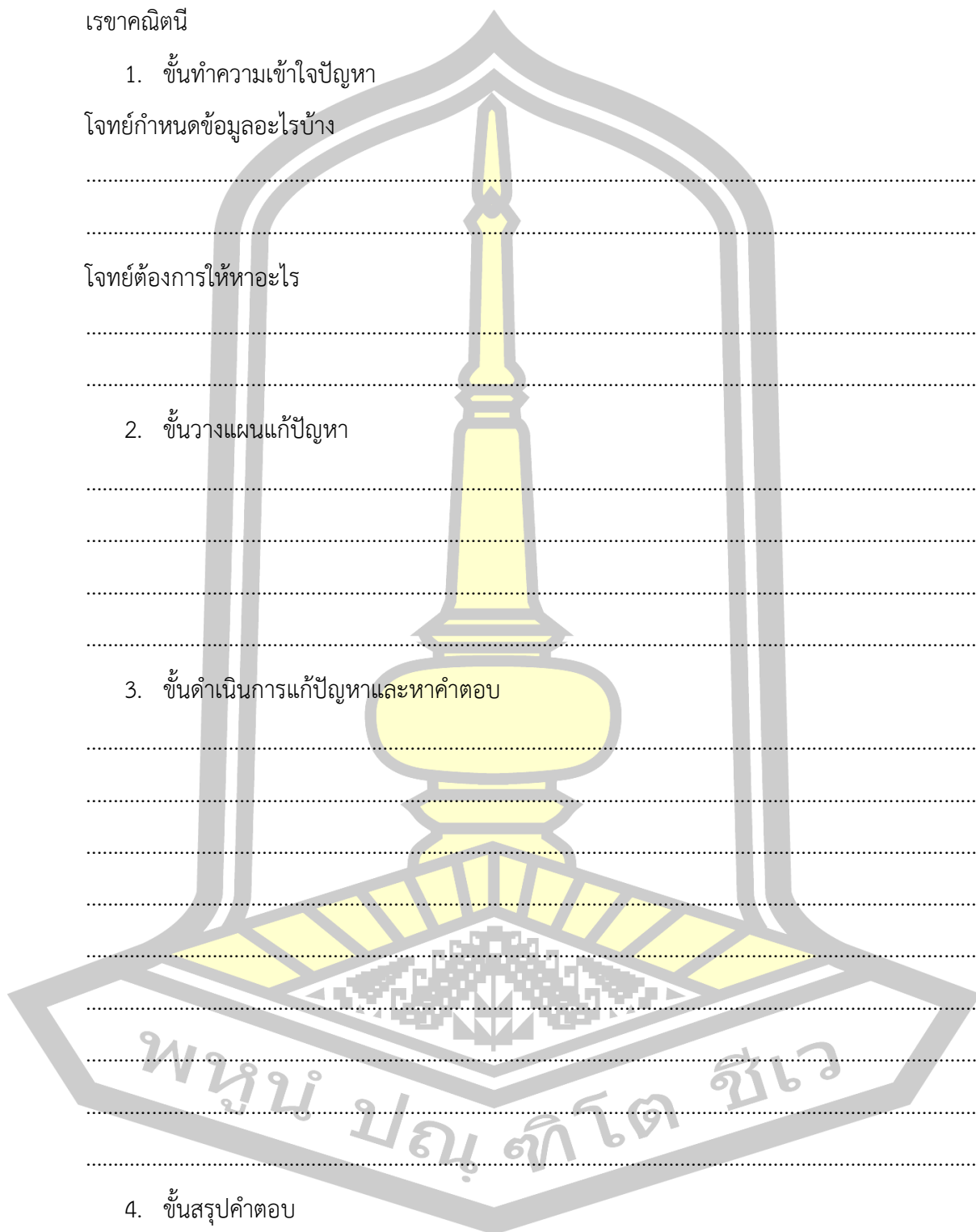
.....

.....

4. ชั้นสรุปคำตอบ

.....

.....



## ใบกิจกรรมที่ 10

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหา

ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมให้นักเรียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) จงหา 3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$  พร้อมหาพจน์ที่  $n$

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

---



---

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

---



---

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

---



---



---



---

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

---



---



---



---



---



---



---



---

4. ขั้นสรุปคำตอบ

---



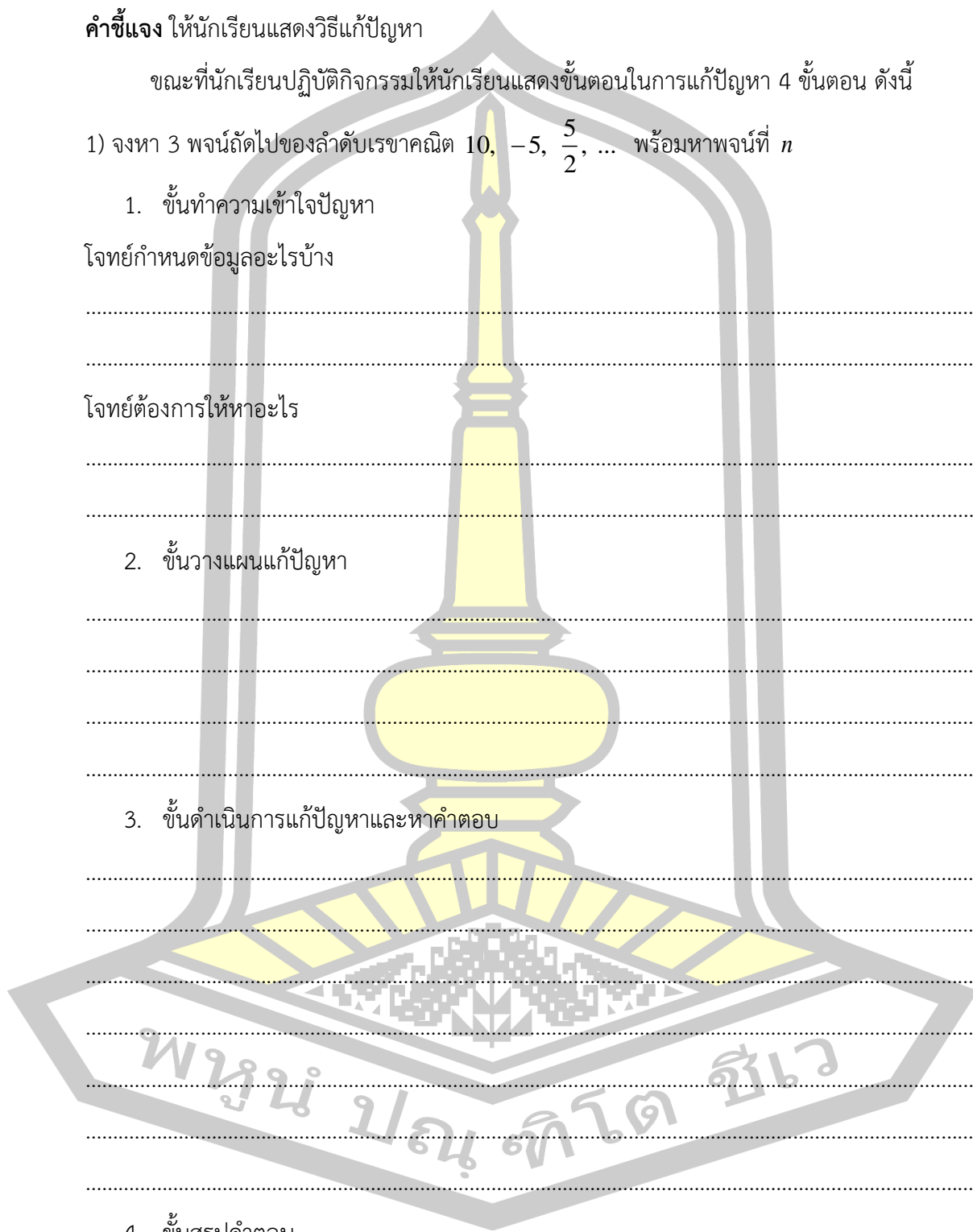
---



---



---



## ใบงานที่ 5

### เรื่อง ลำดับเรขาคณิต

คำชี้แจง จงแสดงวิธีหาคำตอบ

1) จงหาพจน์ที่ 8 ของลำดับเรขาคณิต  $\frac{1}{2}, \frac{1}{6}, \frac{1}{18}, \frac{1}{54}, \dots$

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

---



---

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

---



---

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

---



---



---

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

---



---

พหุบัน ปณุ ทิโต ชเว

4. ขั้นสรุปคำตอบ

---



---



2) ถ้าพจน์ที่ 2 และพจน์ที่ 4 ของลำดับเรขาคณิตคือ  $-10$  และ  $-250$  ตามลำดับ จงหาพจน์ที่ 10 ของลำดับนี้

1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

---



---

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

---



---

2. ชั้นวางแผนแก้ปัญหา

---



---



---



---

3. ชั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

---



---



---



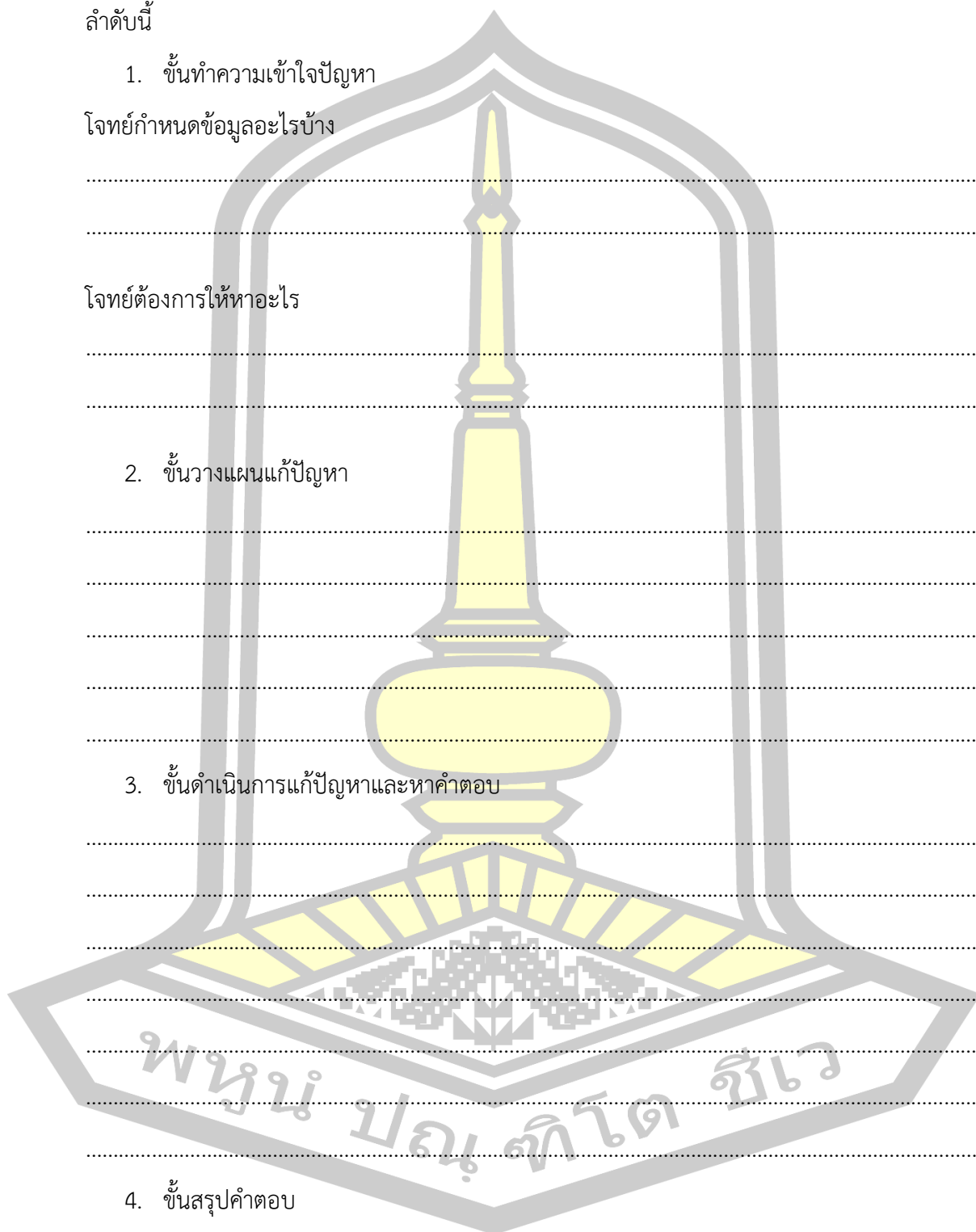
---

4. ชั้นสรุปคำตอบ

---



---



## เฉลย ใบกิจกรรมที่ 9

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหา

ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมให้นักเรียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ถ้าพจน์ที่ 1 และพจน์ที่ 5 ของลำดับเรขาคณิตคือ 3 และ 768 ตามลำดับ จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

พจน์ที่ 1 และพจน์ที่ 5 ของลำดับเรขาคณิตคือ 3 และ 768 ตามลำดับ

นั่นคือ  $a_1 = 3$  และ  $a_5 = 768$

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

พจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตที่มี  $a_1 = 3$  และ  $a_5 = 768$

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

หาอัตราส่วนร่วม โดยการแทนค่า  $a_1 = 3$  และ  $a_5 = 768$

โดย แทนค่าใน  $a_n = a_1 r^{n-1}$  แล้วนำสมการที่ได้แก้สมการหา  $r$  จากนั้นจึงหาพจน์

ทั่วไป

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

$$\text{จาก } a_n = a_1 r^{n-1}$$

$$\text{แทนค่า } a_1 = 3 \text{ และ } a_5 = 768$$

$$\text{จะได้ } a_5 = a_1 r^{5-1}$$

$$768 = 3r^4$$

$$r^4 = 256$$

$$r = 4$$

$$\text{นั่นคือ } a_n = 3(4)^{n-1}$$

4. ขั้นสรุปคำตอบ

ดังนั้น พจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต คือ  $a_n = 3(4)^{n-1}$

2. ถ้าพจน์ที่ 1 และพจน์ที่ 5 ของลำดับเรขาคณิตคือ 3 และ 768 ตามลำดับ พจน์ที่ 10 ของลำดับเรขาคณิตนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

พจน์ที่ 1 และพจน์ที่ 5 ของลำดับเรขาคณิตคือ 3 และ 768 ตามลำดับ

นั่นคือ  $a_1 = 3$  และ  $a_5 = 768$

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

พจน์ที่ 10 ของลำดับเรขาคณิตที่มี  $a_1 = 3$  และ  $a_5 = 768$  หรือ หา  $a_{10}$

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

จากข้อ 1. จะได้  $a_n = 3(4)^{n-1}$

จากนั้นจึงหาพจน์ที่ 10 โดยแทนค่า  $n = 10$

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

จาก  $a_n = 3(4)^{n-1}$

แทนค่า  $n = 10$

จะได้  $a_{10} = 3(4)^{10-1}$

$$a_{10} = 3(4)^9$$

$$a_{10} = 3(262,144)$$

นั่นคือ  $a_{10} = 786,432$

4. ขั้นสรุปคำตอบ

ดังนั้น พจน์ที่ 10 ของลำดับเรขาคณิต คือ 786,432

พูนุ ปณุกิตโต ชีเว



## ใบกิจกรรมที่ 10

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหา

ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมให้นักเรียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) จงหา 3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$  พร้อมหาพจน์ที่  $n$

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

ลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$  พร้อมหาพจน์ที่  $n$

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

จาก ลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$  จะมี  $a_1 = 10$  และ  $a_2 = -5$

หาอัตราส่วนร่วม ( $r$ ) แทนค่า  $r$  ใน  $a_n = a_1 r^{n-1}$  หาพจน์ที่  $n$

แล้วหา 3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

จาก ลำดับเรขาคณิต  $10, -5, \frac{5}{2}, \dots$  จะมี  $a_1 = 10$  และ  $a_2 = -5$

หา  $r$  จะได้  $r = \frac{a_2}{a_1} = \frac{-5}{10} = -\frac{1}{2}$

หาพจน์ที่  $n$  แทน  $a_1 = 10$  และ  $r = -\frac{1}{2}$  ใน  $a_n = a_1 r^{n-1}$

นั่นคือ  $a_n = 10 \left(-\frac{1}{2}\right)^{n-1}$

พูนุ ปณุกิตโต ชีเว

หา 3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต ดังนี้

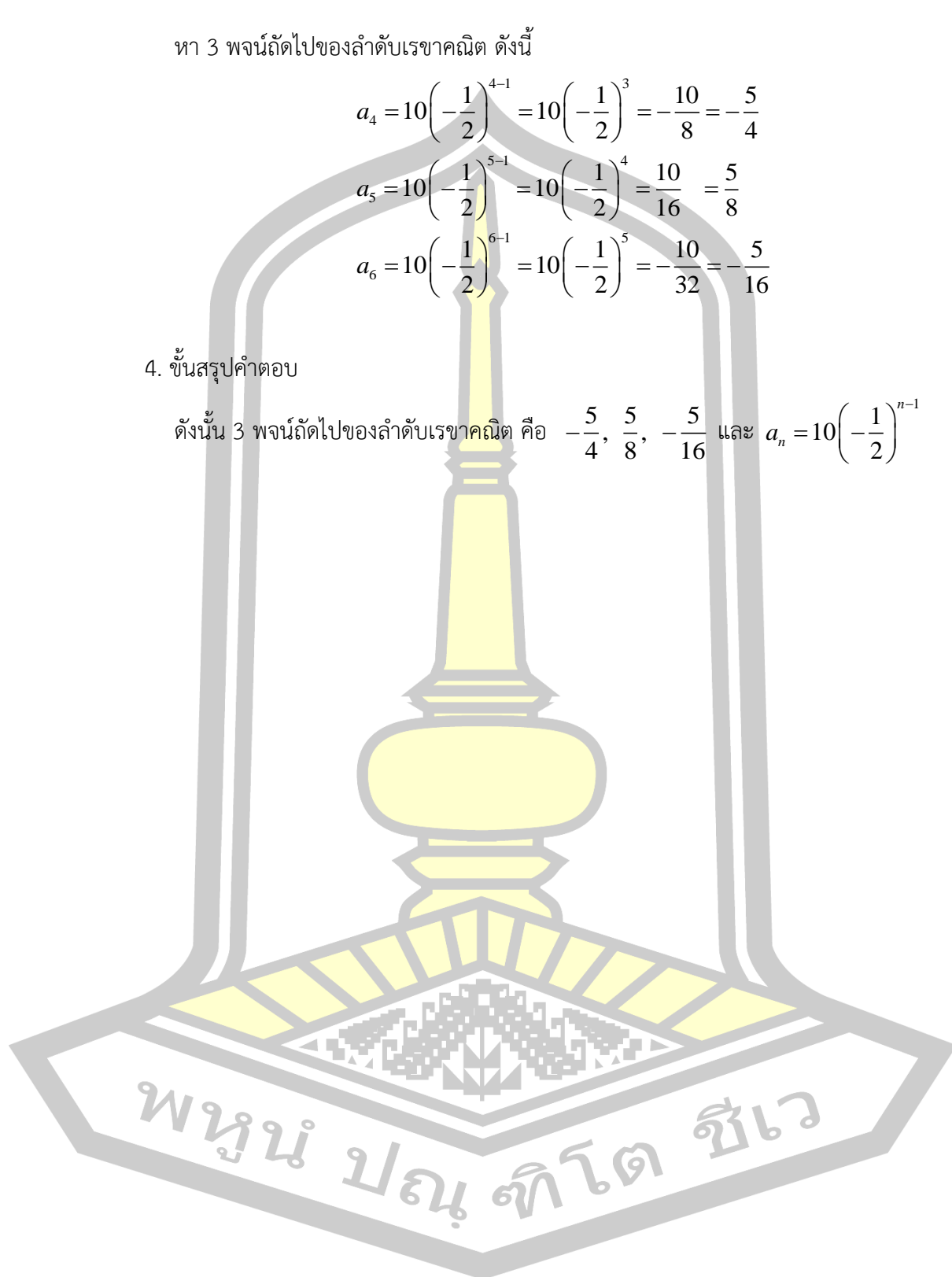
$$a_4 = 10 \left( -\frac{1}{2} \right)^{4-1} = 10 \left( -\frac{1}{2} \right)^3 = -\frac{10}{8} = -\frac{5}{4}$$

$$a_5 = 10 \left( -\frac{1}{2} \right)^{5-1} = 10 \left( -\frac{1}{2} \right)^4 = \frac{10}{16} = \frac{5}{8}$$

$$a_6 = 10 \left( -\frac{1}{2} \right)^{6-1} = 10 \left( -\frac{1}{2} \right)^5 = -\frac{10}{32} = -\frac{5}{16}$$

4. ขั้นสรุปคำตอบ

ดังนั้น 3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต คือ  $-\frac{5}{4}$ ,  $\frac{5}{8}$ ,  $-\frac{5}{16}$  และ  $a_n = 10 \left( -\frac{1}{2} \right)^{n-1}$





## ใบงานที่ 5

### เรื่อง ลำดับเรขาคณิต

คำชี้แจง จงแสดงวิธีหาคำตอบ

1) จงหาพจน์ที่ 8 ของลำดับเรขาคณิต  $\frac{1}{2}, \frac{1}{6}, \frac{1}{18}, \frac{1}{54}, \dots$

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

ลำดับเรขาคณิต  $\frac{1}{2}, \frac{1}{6}, \frac{1}{18}, \frac{1}{54}, \dots$

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

พจน์ที่ 8 ของลำดับเรขาคณิต  $\frac{1}{2}, \frac{1}{6}, \frac{1}{18}, \frac{1}{54}, \dots$

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

จาก ลำดับเรขาคณิต  $\frac{1}{2}, \frac{1}{6}, \frac{1}{18}, \frac{1}{54}, \dots$  จะมี  $a_1 = \frac{1}{2}$  และ  $a_2 = \frac{1}{6}$

หาอัตราส่วนร่วม ( $r$ ) แทนค่า  $r$  ใน  $a_n = ar^{n-1}$  หาพจน์ที่  $n$

แล้วพจน์ที่ 8 ของลำดับเรขาคณิต  $\frac{1}{2}, \frac{1}{6}, \frac{1}{18}, \frac{1}{54}, \dots$

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

จาก ลำดับเรขาคณิต  $\frac{1}{2}, \frac{1}{6}, \frac{1}{18}, \frac{1}{54}, \dots$  จะมี  $a_1 = \frac{1}{2}$  และ  $a_2 = \frac{1}{6}$

หา  $r$  จะได้  $r = \frac{a_2}{a_1} = \frac{1}{6} \times \frac{2}{1} = \frac{1}{3}$

หาพจน์ที่  $n$  แทน  $a_1 = \frac{1}{2}$  และ  $r = \frac{1}{3}$  ใน  $a_n = ar^{n-1}$

นั่นคือ  $a_n = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{3}\right)^{n-1}$

หาพจน์ที่ 8 จะได้  $a_8 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{3}\right)^{8-1} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{3}\right)^7 = \frac{1}{2(2,187)} = \frac{1}{4,374}$

4. ขั้นสรุปคำตอบ

ดังนั้น พจน์ที่ 8 ของลำดับเรขาคณิต  $\frac{1}{2}, \frac{1}{6}, \frac{1}{18}, \frac{1}{54}, \dots$  คือ  $\frac{1}{4,374}$

2) ถ้าพจน์ที่ 2 และพจน์ที่ 4 ของลำดับเรขาคณิตคือ  $-10$  และ  $-250$  ตามลำดับ จงหาพจน์ที่ 10 ของลำดับนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

ลำดับเรขาคณิตที่มี  $a_2 = -10$  และ  $a_4 = -250$

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

$a_{10}$

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

หาอัตราส่วนร่วม โดยการแทนค่า  $a_2 = -10$  และ  $a_4 = -250$

โดย แทนค่าใน  $a_n = a_1 r^{n-1}$  แล้วนำสมการที่ได้แก่สมการหา  $r$  และ  $a_1$

จากนั้นจึงคำนวณหาพจน์ที่ 10

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

จาก  $a_2 = -10$

จะได้  $a_2 = a_1 r^{2-1}$

$$-10 = a_1 r \quad \text{-----(1)}$$

จาก  $a_4 = -250$

และ  $a_4 = a_1 r^{4-1}$

$$-250 = a_1 r^3 \quad \text{-----(2)}$$

นำสมการ (2)  $\div$  (1) จะได้  $\frac{-250}{-10} = \frac{a_1 r^3}{a_1 r}$

$$r^2 = 25$$

$$r = 5$$

แทน  $r = 5$  ใน (1) จะได้  $-10 = a_1(5)$

$$a_1 = \frac{-10}{5} = -2$$

จะได้ พจน์ที่ 10  $a_{10} = (-2)(5)^{10-1} = (-2)(5)^9$

4. ขั้นสรุปคำตอบ

ดังนั้น พจน์ที่ 10 ของลำดับเรขาคณิต คือ  $(-2)(5)^9$  หรือ  $a_{10} = (-2)(5)^9$







14) พจน์ที่  $n$  ของลำดับเรขาคณิต  $5, 15, 45, \dots$  คือข้อใดต่อไปนี้

ก.  $a_n = 5(3)^{n-1}$                       ข.  $a_n = 3(5)^{n-1}$

ค.  $a_n = 15^{n-1}$                       ง.  $a_n = 15^{1-n}$

15) พจน์ที่  $n$  ของลำดับเรขาคณิต  $2, 4, 8, 16, \dots$  คือข้อใดต่อไปนี้

ก.  $a_n = 2(2)^{2n-1}$                       ข.  $a_n = 2(2)^{n-1}$

ค.  $a_n = 4^{n-1}$                       ง.  $a_n = 4^{1-n}$

16) ถ้า  $(a+2)$ ,  $(a+10)$ ,  $(a+34)$  เป็น 3 พจน์เรียงกันของลำดับเรขาคณิต แล้ว  $a$  มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 5

ข. 4

ค. 3

ง. 2

17) จงหาผลบวกของลำดับ  $7, 10, 13, 16, \dots, 100$

ก. 1,765

ข. 1,658

ค. 1,712

ง. 1,767

18) รถตู้ออกเดินทางจากประเทศไทยไปประเทศจีนโดยใช้เวลาในการเดินทาง 15 วัน โดยวันแรกวิ่งได้ระยะทาง 800 กิโลเมตร วันที่สองวิ่งได้ระยะทาง 820 กิโลเมตร วันที่สามวิ่งได้ระยะทาง 840 เมตร และจะเพิ่มระยะทางในวันรุ่งขึ้น 20 กิโลเมตรเสมอ อยากทราบว่าระยะทางระหว่างประเทศไทยกับประเทศจีนเท่ากับกี่กิโลเมตร

ก. 14,400 กิโลเมตร

ข. 14,300 กิโลเมตร

ค. 14,200 กิโลเมตร

ง. 14,100 กิโลเมตร

19) จงหาผลบวก 10 พจน์แรกของลำดับเรขาคณิต  $10, 20, 40, \dots$

ก. 10,240

ข. 10,230

ค. 5,120

ง. 5,140

20) พลตั้งใจจะออมเงินโดยวันแรกเขาเก็บไว้ 1 บาท วันที่สอง 2 บาท วันที่สาม 4 บาท วันที่สี่ 8 บาท เช่นนี้เรื่อยไปจนครบ 10 วัน พลจะมีเงินออมทั้งหมดเท่าใด

ก. 1,024 บาท

ข. 1,022 บาท

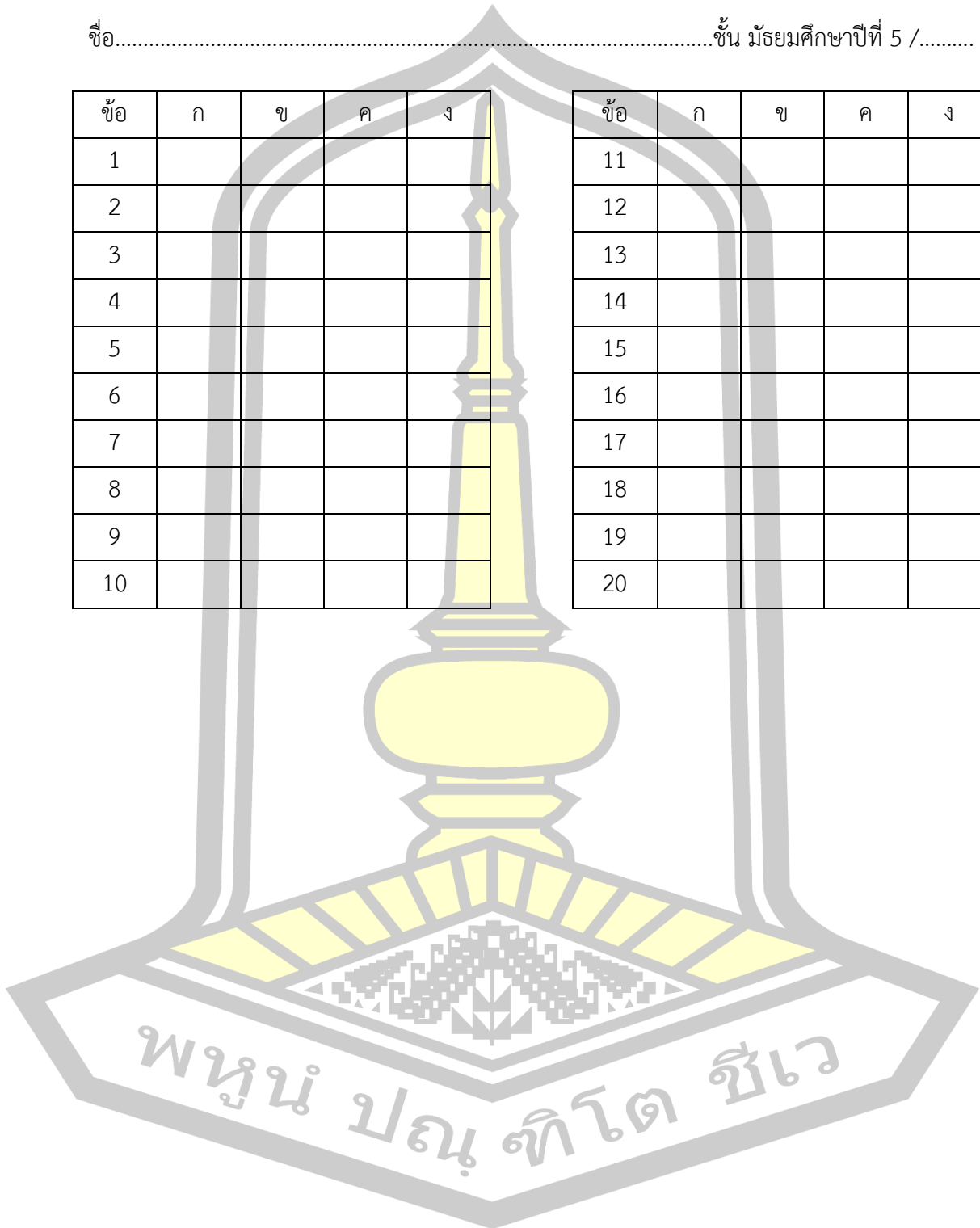
ค. 1,021 บาท

ง. 1,023 บาท

กระดาษคำตอบ

ชื่อ.....ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 /.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					11				
2					12				
3					13				
4					14				
5					15				
6					16				
7					17				
8					18				
9					19				
10					20				



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เฉลย

1) ข้อใดคือห้าพจน์แรกของลำดับ  $a_n = (-1)^{n+1}$

ก. 1, 2, 1, 2, 1

ข. 1, 2, 3, 4, 5

ค. -1, -1, 1, -1, -1

ง. 1, -1, 1, -1, 1

2) ข้อใดคือรูปแฉงพจน์ของลำดับ  $a_n = \cos(n\pi)$

ก. 1, -1, 1, -1, ...

ข. -1, 1, -1, 1, ...

ค.  $\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, \dots$

ง. 0, 0, 0, 0, ...

3) ข้อใดคือ 5 พจน์แรกของลำดับ  $a_n = 2^n - 1$

ก. 1, 3, 7, 15, 31

ข. 2, 4, 6, 8, 10

ค. 1, 3, 5, 7, 9

ง. 3, 6, 9, 12, 15

4) ลำดับเลขคณิตชุดหนึ่งมี  $a_4 = 20$  และ  $a_{10} = 38$  ข้อใดคือพจน์ต่อไปของลำดับนี้

ก.  $a_n = 3n + 8$

ข.  $a_n = 2n + 6$

ค.  $a_n = 3n - 8$

ง.  $a_n = 2n - 6$

5) ข้อใดถูกต้อง

(1) ลำดับ 1, 3, 5, 7, 9, ... เป็น ลำดับเลขคณิต

(2) ลำดับ 4, 11, 18, 25, ..., 613 มีทั้งหมด 87 พจน์

ก. ข้อ (1) ถูก ข้อ (2) ถูก

ข. ข้อ (1) ถูก ข้อ (2) ผิด

ค. ข้อ (1) ผิด ข้อ (2) ถูก

ง. ข้อ (1) ผิด ข้อ (2) ถูก

6) ข้อใดคือพจน์ที่ 20 ของลำดับเลขคณิต  $x, x+2, x+4, \dots$

ก.  $x+20$

ข.  $x+26$

ค.  $x+38$

ง.  $x+40$



14) พจน์ที่  $n$  ของลำดับเรขาคณิต 5, 15, 45, ... คือข้อใดต่อไปนี้

ก.  $a_n = 5(3)^{n-1}$                       ข.  $a_n = 3(5)^{n-1}$

ค.  $a_n = 15^{n-1}$                       ง.  $a_n = 15^{1-n}$

15) พจน์ที่  $n$  ของลำดับเรขาคณิต 2, 4, 8, 16, ... คือข้อใดต่อไปนี้

ก.  $a_n = 2(2)^{2n-1}$                       ข.  $a_n = 2(2)^{n-1}$

ค.  $a_n = 4^{n-1}$                       ง.  $a_n = 4^{1-n}$

16) ถ้า  $(a+2)$ ,  $(a+10)$ ,  $(a+34)$  เป็น 3 พจน์เรียงกันของลำดับเรขาคณิต แล้ว  $a$  มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 5

ข. 4

ค. 3

ง. 2

17) จงหาผลบวกของลำดับ 7, 10, 13, 16, ..., 100

ก. 1,765

ข. 1,658

ค. 1,712

ง. 1,767

18) รถตู้ออกเดินทางจากประเทศมาเลเซียไปประเทศจีนโดยใช้เวลาในการเดินทาง 15 วัน โดยวันแรกวิ่งได้ระยะทาง 800 กิโลเมตร วันที่สองวิ่งได้ระยะทาง 820 กิโลเมตร วันที่สามวิ่งได้ระยะทาง 840 เมตร และจะเพิ่มระยะทางในวันรุ่งขึ้น 20 กิโลเมตรเสมอ อยากทราบว่าระยะทางระหว่างประเทศมาเลเซียกับประเทศจีนเท่ากับกี่กิโลเมตร

ก. 14,400 กิโลเมตร

ข. 14,300 กิโลเมตร

ค. 14,200 กิโลเมตร

ง. 14,100 กิโลเมตร

19) จงหาผลบวก 10 พจน์แรกของลำดับเรขาคณิต 10, 20, 40, ...

ก. 10,240

ข. 10,230

ค. 5,120

ง. 5,140

20) พลตั้งใจจะออมเงินโดยวันแรกเขาเก็บไว้ 1 บาท วันที่สอง 2 บาท วันที่สาม 4 บาท วันที่สี่ 8 บาท เช่นนี้เรื่อยไปจนครบ 10 วัน พลจะมีเงินออมทั้งหมดเท่าใด

ก. 1,024 บาท

ข. 1,022 บาท

ค. 1,021 บาท

ง. 1,023 บาท

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เรื่อง ลำดับและอนุกรม

คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

ข้อสอบข้อที่ 1 การแบ่งเซลล์ของแบคทีเรียชนิดหนึ่ง เป็น 2, 4, 6, ... อยากทราบว่า ณ วันที่  $n$  จะมีแบคทีเรียเท่าใด และในวันที่ 10 มีแบคทีเรียทั้งหมดเท่าใด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

.....

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

.....

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

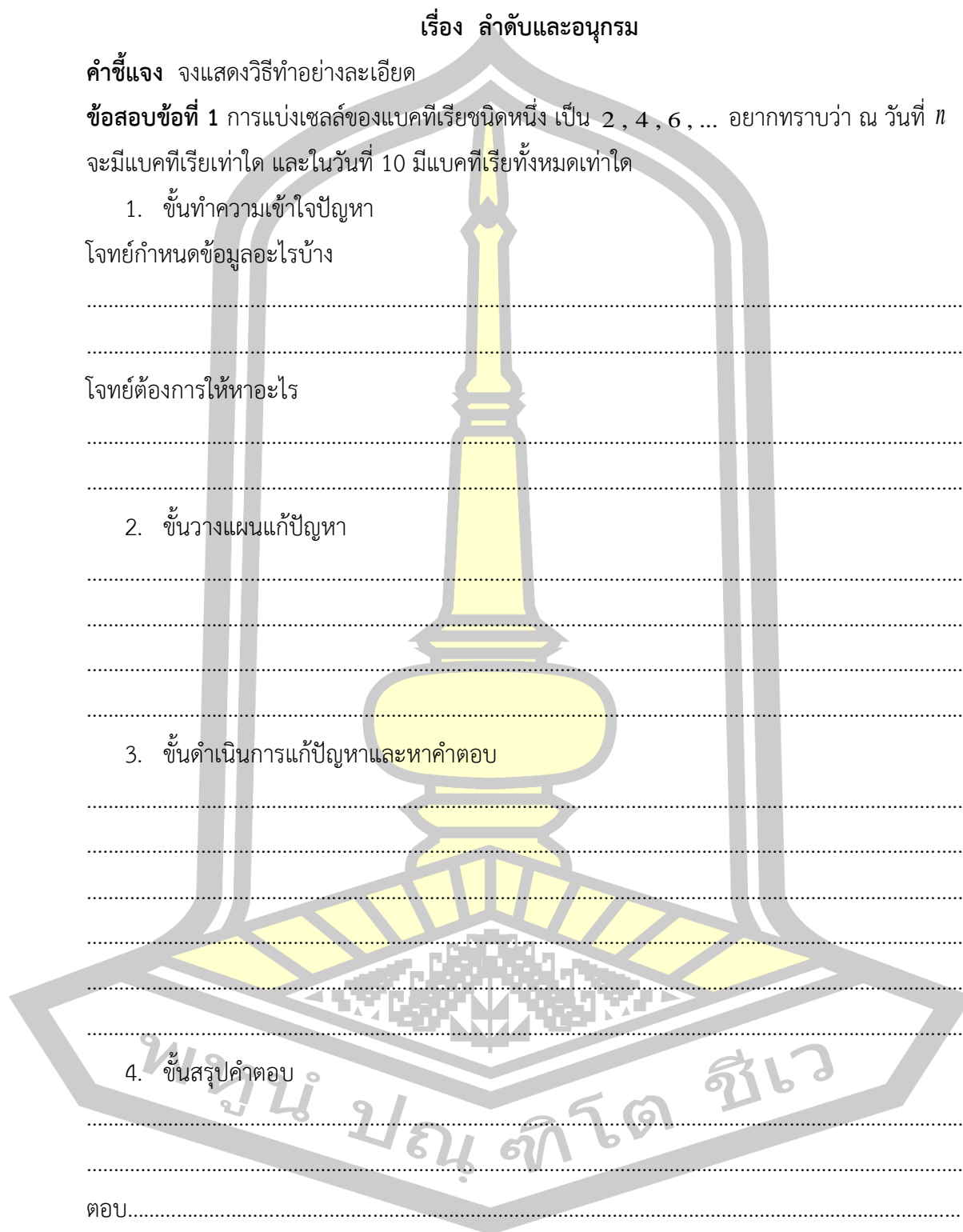
.....

.....

4. ขั้นสรุปคำตอบ

.....

ตอบ.....





**ข้อสอบข้อที่ 2** แม่ค้าขายส้มในวันที่ 4 ได้ 26 กิโลกรัม และ วันที่ 9 ได้ 61 กิโลกรัม โดยแม่ค้าขายจะขายส้มได้เพิ่มขึ้นจากวันก่อนหน้าวันละเท่า ๆ กัน ทุกวัน จงหาว่าวันแรกแม่ค้าขายส้มได้กี่กิโลกรัม

1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

.....

.....

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

.....

.....

2. ชั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

3. ชั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ชั้นสรุปคำตอบ

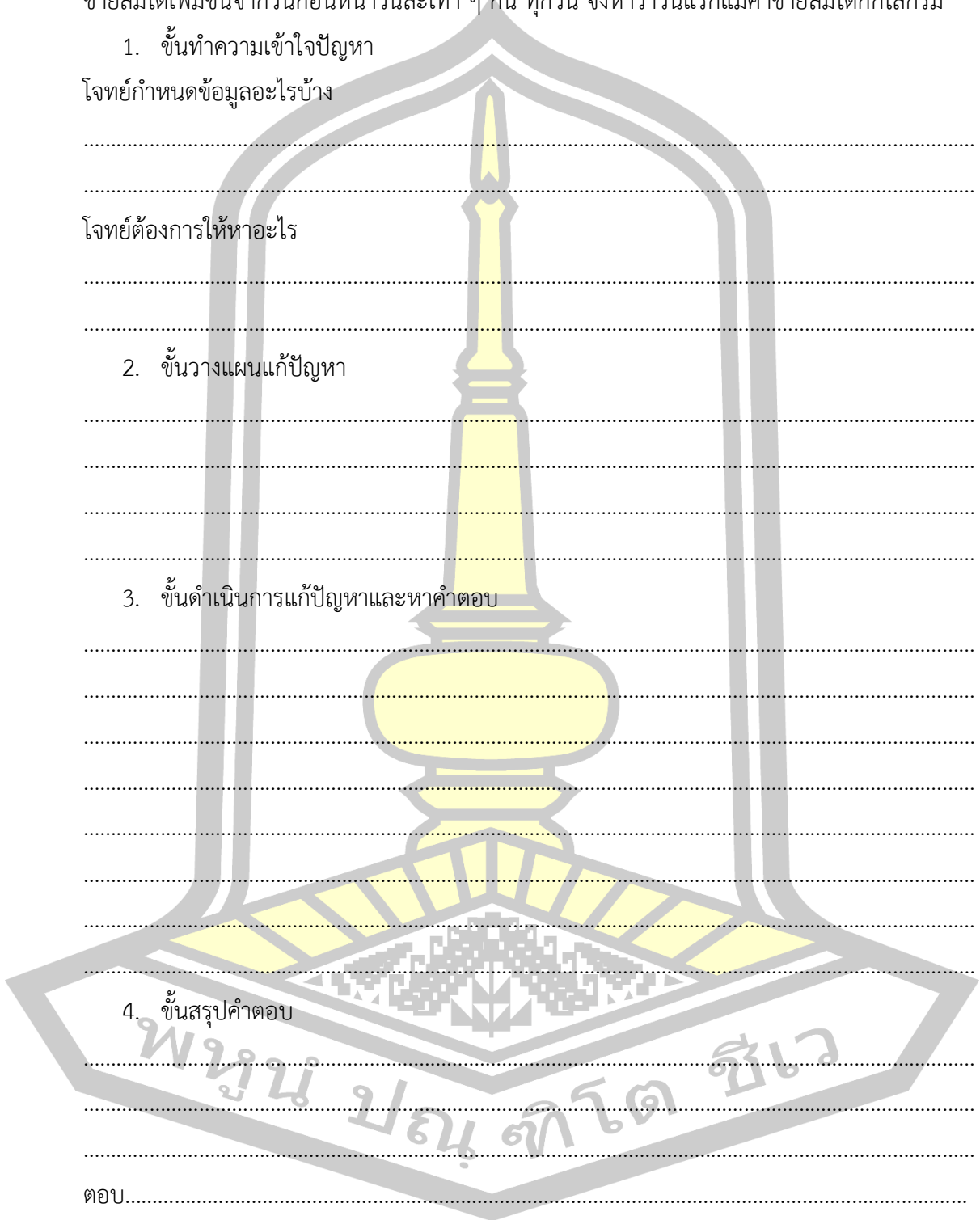
.....

.....

.....

.....

ตอบ.....



**ข้อสอบข้อที่ 3** ในปี พ.ศ. 2541 ประชากรในจังหวัดหนึ่งมี 60,000 คน ถ้าในแต่ละปีประชากรในจังหวัดนี้เพิ่มขึ้นปีละ 4% จงหาสูตรทั่วไปของการเพิ่มของประชากรในกรณีนี้ และจำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2553

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

.....

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

.....

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นสรุปคำตอบ

.....

.....

ตอบ.....

**ข้อสอบข้อที่ 4** แ่งไม้ก่องหนึ่ง ชั้นบนสุดมีไม้ 5 แ่ง ชั้นถัดลงมาไม้เพิ่มขึ้นชั้นละ 2 แ่ง ถ้าก่องนี้มีแ่งไม้ทั้งหมด 285 แ่ง จงหาว่าไม้ก่องนี้มีกี่ชั้น

1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

.....

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

.....

2. ชั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

3. ชั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

4. ชั้นสรุปคำตอบ

.....

.....

ตอบ.....

**ข้อสอบข้อที่ 5** นาย ก เริ่มเก็บเงินวันที่ 5 ม.ค. เป็นจำนวน 1 บาท วันถัดมา จะเก็บเพิ่มเป็น 3 เท่าของวันแรก เมื่อสิ้นวันที่ 10 ม.ค. นาย ก จะมีเงินเก็บเท่าไร

1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

.....

.....

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

.....

.....

2. ชั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

3. ชั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

.....

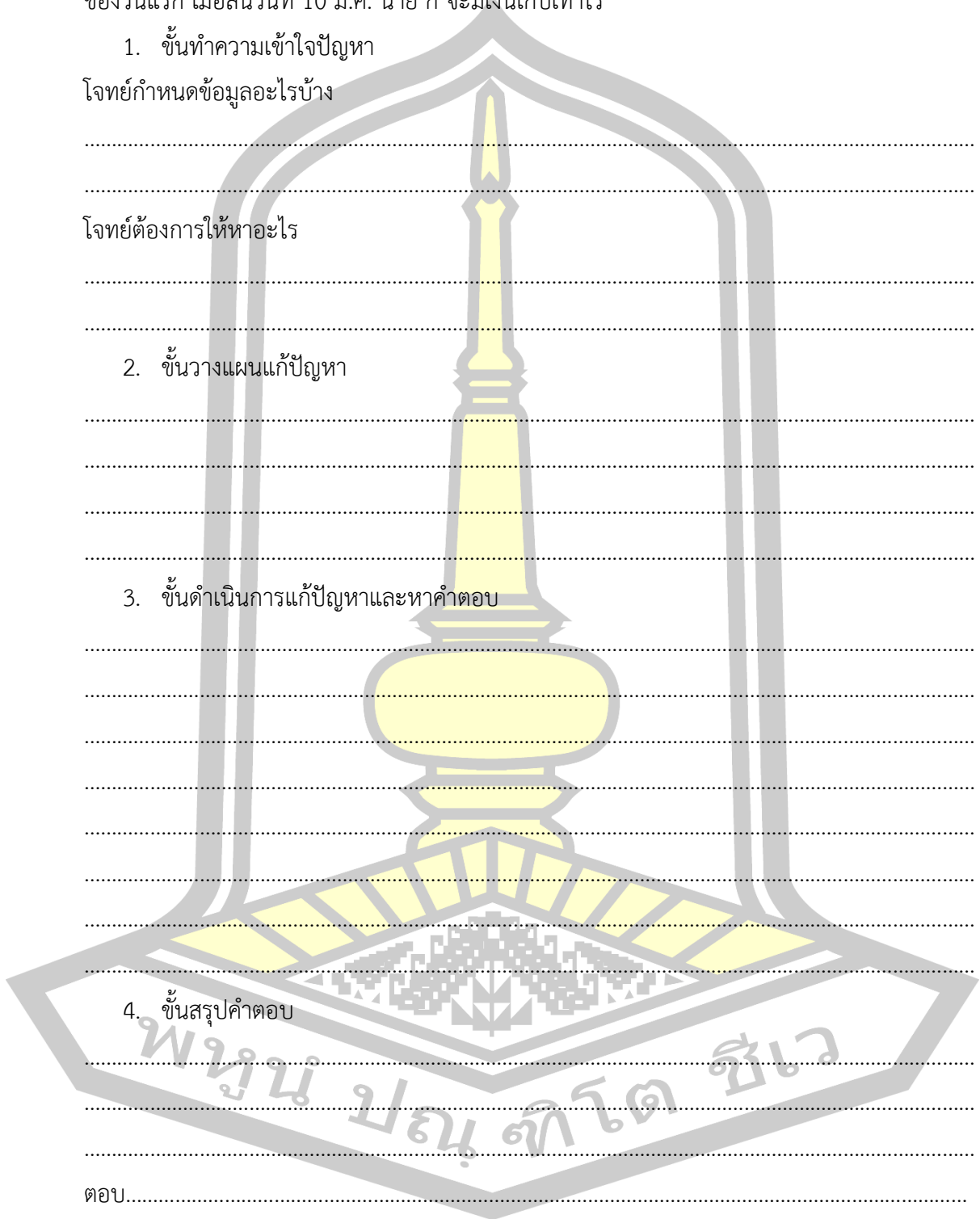
.....

4. ชั้นสรุปคำตอบ

.....

.....

ตอบ.....



แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

### เรื่อง ลำดับและอนุกรม

เฉลย

**คำชี้แจง** จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

**ข้อสอบข้อที่ 1** การแบ่งเซลล์ของแบคทีเรียชนิดหนึ่ง เป็น 2, 4, 6, ... อยากทราบว่า ณ วันที่  $n$  จะมีแบคทีเรียเท่าใด และในวันที่ 10 มีแบคทีเรียทั้งหมดเท่าใด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

**โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง**

การแบ่งเซลล์ของแบคทีเรียชนิดหนึ่ง เป็น 2, 4, 6, ... ซึ่งจะเห็นว่าเป็นลำดับเลขคณิต

**โจทย์ต้องการให้หาอะไร**

- 1) วันที่  $n$  จะมีแบคทีเรียเท่าใด
- 2) วันที่ 10 มีแบคทีเรียทั้งหมดเท่าใด

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

เนื่องจาก 2, 4, 6, ... เป็นลำดับเลขคณิต

สังเกตการณ์เพิ่มขึ้นในแต่ละพจน์ แล้วหาค่าผลต่างร่วม

พิจารณาหาพจน์ที่  $n$  ของลำดับเลขคณิตนี้

แล้วหาพจน์ที่ 10

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

$$d = a_{n+1} - a_n = a_2 - a_1 = 4 - 2 = 2$$

$$\text{จาก } a_1 = 2 \text{ และ } d = 2$$

$$\text{และ } a_n = a_1 + (n-1)d$$

$$\text{จะได้ } a_n = 2 + (n-1)(2) \text{ หรือ } a_n = 2n$$

หาพจน์ที่ 10  $a_{10} = 2 + (10-1)(2)$

$$a_{10} = 2 + (9)(2)$$

$$a_{10} = 2 + 18 = 20$$

#### 4. ขั้นสรุปคำตอบ

วันที่  $n$  จะมีแบคทีเรีย  $2n$  เซลล์ และเมื่อครบ 10 วัน มีแบคทีเรียทั้งหมด 20 เซลล์

ตอบ วันที่  $n$  จะมีแบคทีเรีย  $2n$

เมื่อครบ 10 วัน มีแบคทีเรียทั้งหมด 20 เซลล์

**ข้อสอบข้อที่ 2** แม่ค้าขายส้มในวันที่ 4 ได้ 26 กิโลกรัม และ วันที่ 9 ได้ 61 กิโลกรัม โดยแม่ค้าขายจะขายส้มได้เพิ่มขึ้นจากวันก่อนหน้าวันละเท่า ๆ กัน ทุกวัน จงหาว่าวันแรกแม่ค้าขายส้มได้กี่กิโลกรัม

#### 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

**โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง**

แม่ค้าขายส้มในวันที่ 4 ได้ 26 กิโลกรัม และ วันที่ 9 ได้ 61 กิโลกรัม โดยแม่ค้าขายจะขายได้เพิ่มขึ้นจากวันก่อนหน้าวันละเท่า ๆ กัน ทุกวัน

**โจทย์ต้องการให้หาอะไร**

วันแรกแม่ค้าขายส้มได้กี่กิโลกรัม

#### 2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

เนื่องจาก วันที่ 4 แม่ค้าขายส้มได้ 26 กิโลกรัม ( $a_4 = 26$ )

และ วันที่ 9 แม่ค้าขายส้มได้ 61 กิโลกรัม ( $a_9 = 61$ )

เนื่องจาก แม่ค้าขายจะขายได้เพิ่มขึ้นจากวันก่อนหน้าวันละเท่า ๆ กัน ทุกวัน จึงเป็นลำดับเลขคณิต

หาค่าผลต่างร่วม แล้วพิจารณาหาพจน์ที่  $n$  ของลำดับเลขคณิตนี้

หาพจน์ที่ 1

## 3. ขั้นตอนการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

จาก  $a_4 = 26$  และ  $a_9 = 61$ หาค่า  $d$ จะได้  $a_4 = a_1 + (4-1)d$ 

$$26 = a_1 + 3d \quad \text{-----}(1)$$

และ  $a_9 = a_1 + (9-1)d$ 

$$61 = a_1 + 8d \quad \text{-----}(2)$$

นำ (2) - (1)

จะได้  $61 - 26 = 8d - 3d$ 

$$35 = 5d$$

$$d = 7$$

แทน  $d = 7$  ใน (1) จะได้  $26 = a_1 + 3(7)$ 

$$a_1 = 26 - 21 = 5$$

จะได้ พจน์ที่  $n$   $a_n = 5 + (n-1)(5)$ หาพจน์ที่ 1  $a_5 = 5 + (1-1)(5)$ 

$$a_5 = 5 + 0(5) = 5$$

## 4. ขั้นสรุปคำตอบ

ดังนั้น วันแรกแม่ค้าขายส้มได้ 5 กิโลกรัม

ตอบ 5 กิโลกรัม

พูน ปณ ทิโต ชีเว

**ข้อสอบข้อที่ 3** ในปี พ.ศ. 2541 ประชากรในจังหวัดหนึ่งมี 60,000 คน ถ้าในแต่ละปีประชากรในจังหวัดนี้เพิ่มขึ้นปีละ 4% จงหาสูตรทั่วไปของการเพิ่มของประชากรในกรณีนี้ และจำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2553

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

**โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง**

- 1) มีประชากร 60,000 คน
- 2) ประชากรในเมืองนี้เพิ่มขึ้นปีละ 4%

**โจทย์ต้องการให้หาอะไร**

- 1) สูตรทั่วไปของการเพิ่มของประชากรในกรณีนี้
- 2) จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2553

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

พิจารณาจำนวนประชากรใน ปี 2 แรก

เริ่มต้น มีประชากร 60,000 คน  $a_1 = 60,000$

ครบปีที่ 1 มีประชากร

$$60,000 + 60,000(0.04) = 60,000(1 + 0.04) = 60,000(1.04) \text{ คน}$$

$$a_2 = 60,000(1.04) \text{ (ประชากรในปี พ.ศ. 2542)}$$

ครบปีที่ 2 มีประชากร

$$60,000(1.04) + 60,000(1.04)(0.04) = 60,000(1.04)(1 + 0.04) \\ = 60,000(1.04)^2 \text{ คน}$$

$$a_3 = 60,000(1.04)^2 \text{ (ประชากรในปี พ.ศ. 2543)}$$

จะเห็นว่า จำนวนประชากรในแต่ละปี เมื่อเขียนเรียงตามลำดับ จะเป็นลำดับเรขาคณิตที่มี

1.04 เป็นอัตราส่วนร่วม ดังนี้

$$60,000, 60,000(1.04), 60,000(1.04)^2, \dots$$

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

จาก  $a_n = a_1 r^{n-1}$



โดย  $a_1 = 60,000$   $r = 1.04$  และ  $n = 13$

จะได้  $a_{13} = 60,000(1.04)^{13-1}$

$$a_{13} = 60,000(1.04)^{12}$$

$$a_{13} = 60,000(1.6010)$$

$$a_{13} \approx 96,060$$

#### 4. ชั้นสรุปคำตอบ

สูตรทั่วไปของการเพิ่มของประชากรในกรณีนี้ คือ  $a_n = 60,000(1.04)^{n-1}$

จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2553 ประมาณ 96,060 คน

ตอบ สูตรทั่วไปของการเพิ่มของประชากรในกรณีนี้ คือ  $a_n = 60,000(1.04)^{n-1}$

จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2553 ประมาณ 96,060 คน

**ข้อสอบข้อที่ 4** แท่งไม้ก่องหนึ่ง ชั้นบนสุดมีไม้ 5 แท่ง ชั้นถัดลงมามีไม้เพิ่มขึ้นชั้นละ 2 แท่ง ถ้าก่องนี้มีแท่งไม้ทั้งหมด 285 แท่ง จงหาว่าไม้ก่องนี้มีกี่ชั้น

#### 1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

แท่งไม้ก่องหนึ่ง มีแท่งไม้ทั้งหมด 285 แท่ง ชั้นบนสุดมีไม้ 5 แท่ง ชั้นถัดลงมามีไม้เพิ่มขึ้นชั้นละ 2 แท่ง

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

ไม้ก่องนี้มีกี่ชั้น

#### 2. ชั้นวางแผนแก้ปัญหา

จาก แท่งชั้นบนสุดมีไม้ 5 แท่ง ชั้นถัดลงมามีไม้เพิ่มขึ้นชั้นละ 2 แท่ง จะได้ความสัมพันธ์ ดังนี้

5, 7, 9, 11, ... แล้วนำไปพิจารณาหาว่าก่องไม้นี้มีทั้งหมดกี่ชั้น

#### 3. ชั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

พิจารณา 5, 7, 9, 11, ...

$$\text{จาก } d = a_{n+1} - a_n = a_2 - a_1 = 7 - 5 = 2$$

จะเห็นได้ว่า 5, 7, 9, 11, ... เป็นลำดับเลขคณิต ซึ่งมี  $a_1 = 5$  และ  $d = 2$

และจาก  $S_n = \frac{n}{2}[2a_1 + (n-1)d]$

หา  $n$  จาก  $S_n = \frac{n}{2}[2a_1 + (n-1)d]$  โดย  $S_n = 285$

จะได้ว่า  $285 = \frac{n}{2}[2(5) + (n-1)(2)]$

$$570 = n[10 + 2n - 2]$$

$$570 = n[8 + 2n]$$

$$2n^2 + 8n - 570 = 0$$

$$n^2 + 4n - 285 = 0$$

$$(n+19)(n-15) = 0$$

$$n = -19 \text{ และ } n = 15$$

ดังนั้น  $n = 15$

4. ชั้นสรุปคำตอบ

ดังนั้น จะได้ว่าไม้กอนี้มีทั้งหมด 15 ชั้น

ตอบ ไม้กอนี้มีทั้งหมด 15 ชั้น

**ข้อสอบข้อที่ 5** นาย ก เริ่มเก็บเงินวันที่ 5 ม.ค. เป็นจำนวน 1 บาท วันถัดมา จะเก็บเพิ่มเป็น 3 เท่าของวันแรก เมื่อสิ้นวันที่ 10 ม.ค. นาย ก จะมีเงินเก็บเท่าไร

1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรบ้าง

นาย ก เริ่มเก็บเงินวันที่ 5 ม.ค. เป็นจำนวน 1 บาท วันถัดมา จะเก็บเพิ่มเป็น 3 เท่าของวันแรก

โจทย์ต้องการให้หาอะไร

เมื่อสิ้นวันที่ 10 ม.ค. นาย ก จะมีเงินเก็บเท่าไร

2. ชั้นวางแผนแก้ปัญหา

นาย ก เริ่มเก็บเงิน วันที่ 5 ม.ค. เป็นจำนวน 1 บาท ( $a_1 = 1$ )

วันที่ 6 ม.ค. เป็นจำนวน  $3(1) = 3$  บาท ( $a_2 = 3$ )

วันที่ 7 ม.ค. เป็นจำนวน  $3(3) = 9$  บาท ( $a_3 = 9$ )

และในวันที่ 10 ม.ค. จะเป็นวันเก็บเงินวันที่ 6 นั่นก็คือ พจน์ที่ 6 หรือ  $a_6$

3. ขั้นตอนการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

เนื่องจากไม่ทราบพจน์สุดท้าย จึงเลือกใช้สูตร  $S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}$

นั่นคือ จะต้องหามูลบวกของอนุกรมเรขาคณิตทั้งหมด 6 พจน์

จะได้ 
$$S_6 = \frac{1(1-3^6)}{1-3}$$

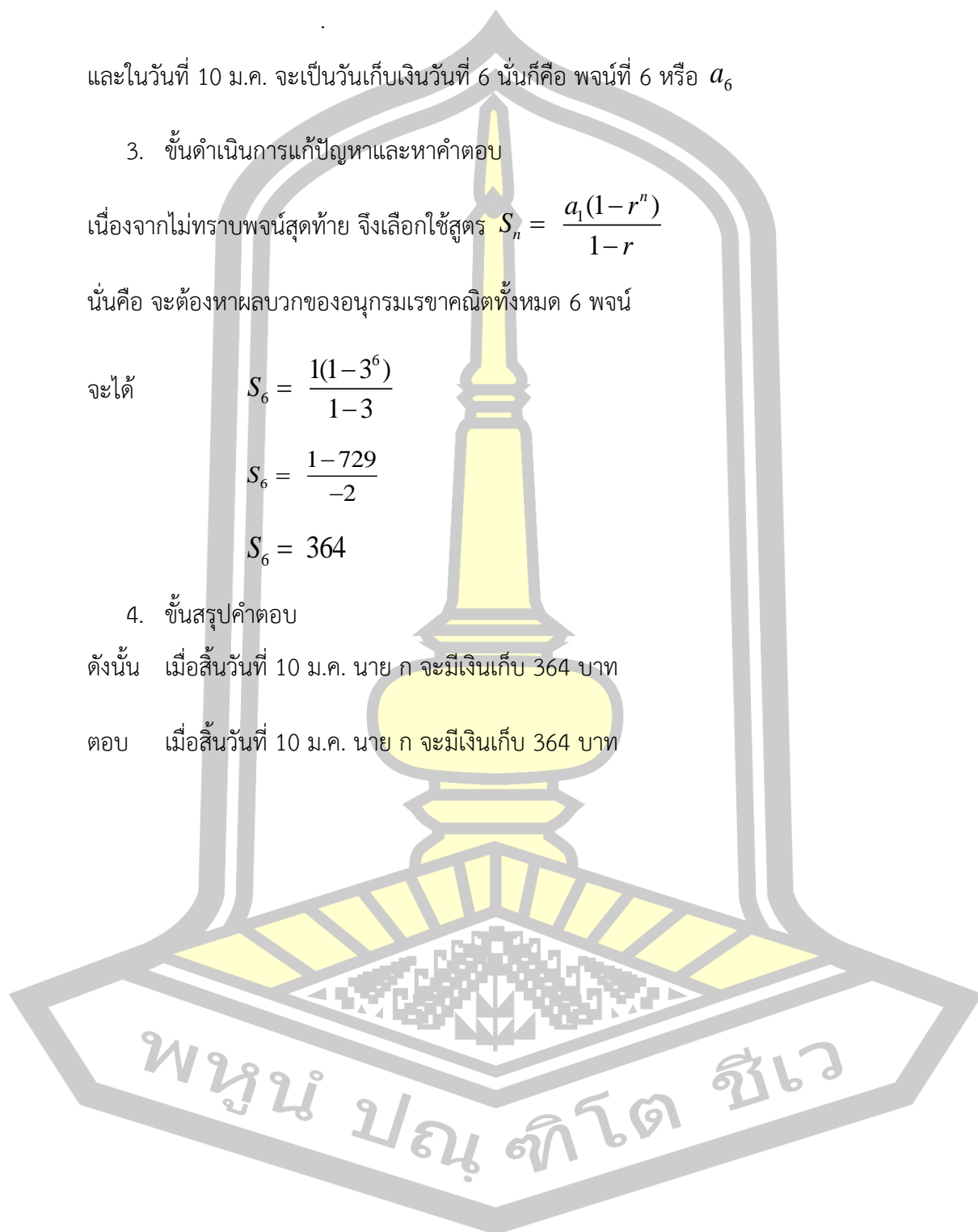
$$S_6 = \frac{1-729}{-2}$$

$$S_6 = 364$$

4. ขั้นสรุปคำตอบ

ดังนั้น เมื่อสิ้นวันที่ 10 ม.ค. นาย ก จะมีเงินเก็บ 364 บาท

ตอบ เมื่อสิ้นวันที่ 10 ม.ค. นาย ก จะมีเงินเก็บ 364 บาท



## เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	- ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ได้คำตอบถูกต้องสมบูรณ์
3 ดี	- ดำเนินการตามวิธีแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจปัญหา บางส่วนผิดไป หรือ - เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ได้คำตอบถูกต้อง แต่การดำเนินการตาม วิธีการแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา
2 พอใช้	- ใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม ได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งที่แสดงถึงการมี ความเข้าใจปัญหา หรือ - ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ไม่มีการดำเนินการหาคำตอบ หรือ - ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่การดำเนินการไม่ถูกต้อง นำไปสู่คำตอบที่ไม่ ถูกต้อง หรือไม่สามารถหาคำตอบได้ หรือ - ได้คำตอบของปัญหาย่อย ๆ ที่แบ่งจากปัญหาที่กำหนด แต่ดำเนินการหา คำตอบต่อไปไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่แสดงวิธีการแก้ปัญหา
1 ปรับปรุง	- แสดงวิธีหาคำตอบ มีสิ่งที่บ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหา และมีแนวทางที่ไม่ นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ - พยายามแก้ปัญหาด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม และไม่คิดหาวิธีการ แก้ปัญห่อื่น หรือ - มีสิ่งที่บ่งบอกถึงความพยายามแก้ปัญหา แต่ดำเนินการไม่เสร็จสิ้น
0 ไม่มีความพยายาม	- ไม่แสดงการแก้ปัญหา หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหา คัดลอกข้อมูล จากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจในปัญหา

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง
3 ดี	สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้องบางส่วน หรือ ไม่สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง
2 พอใช้	สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้องบางส่วน
1 ปรับปรุง	ไม่สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา หรือไม่สามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ไม่ถูกต้อง
0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถระบุความรู้ หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปแสดงแนวคิดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และไม่สามารถแสดงวิธีคิดที่นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ไม่ถูกต้อง

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวชนนิกานต์ ฉ่ำเมืองปักษ์
วันเกิด	1 เมษายน 2537
สถานที่เกิด	จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	96 หมู่ 6 ตำบลคู่มใหญ่ อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31190
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ข้าราชการครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนอนุบาลหนองหงส์ ตำบลสระแก้ว อำเภอหนองหงส์ จังหวัดบุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2548 ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านตูม ตำบลคู่มใหญ่ อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31190
	พ.ศ.2551 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมารีย์อนุสรณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
	พ.ศ.2554 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
	พ.ศ.2560 ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
	พ.ศ.2562 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนัน ปณุกิตโต ชีเว