



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ  
กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 5

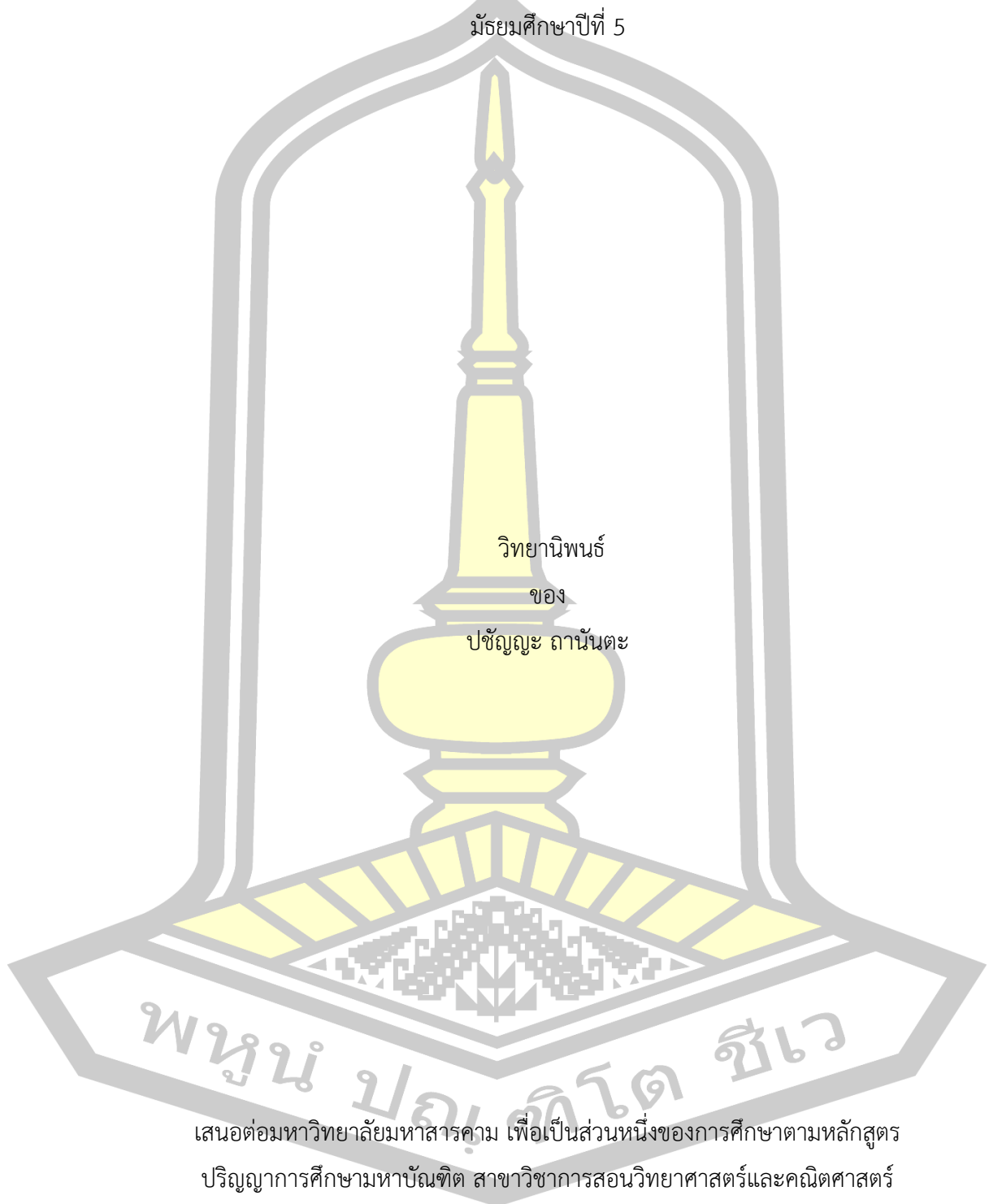
วิทยานิพนธ์  
ของ  
ปชญญะ ถานันตะ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์  
กรกฎาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ  
กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5

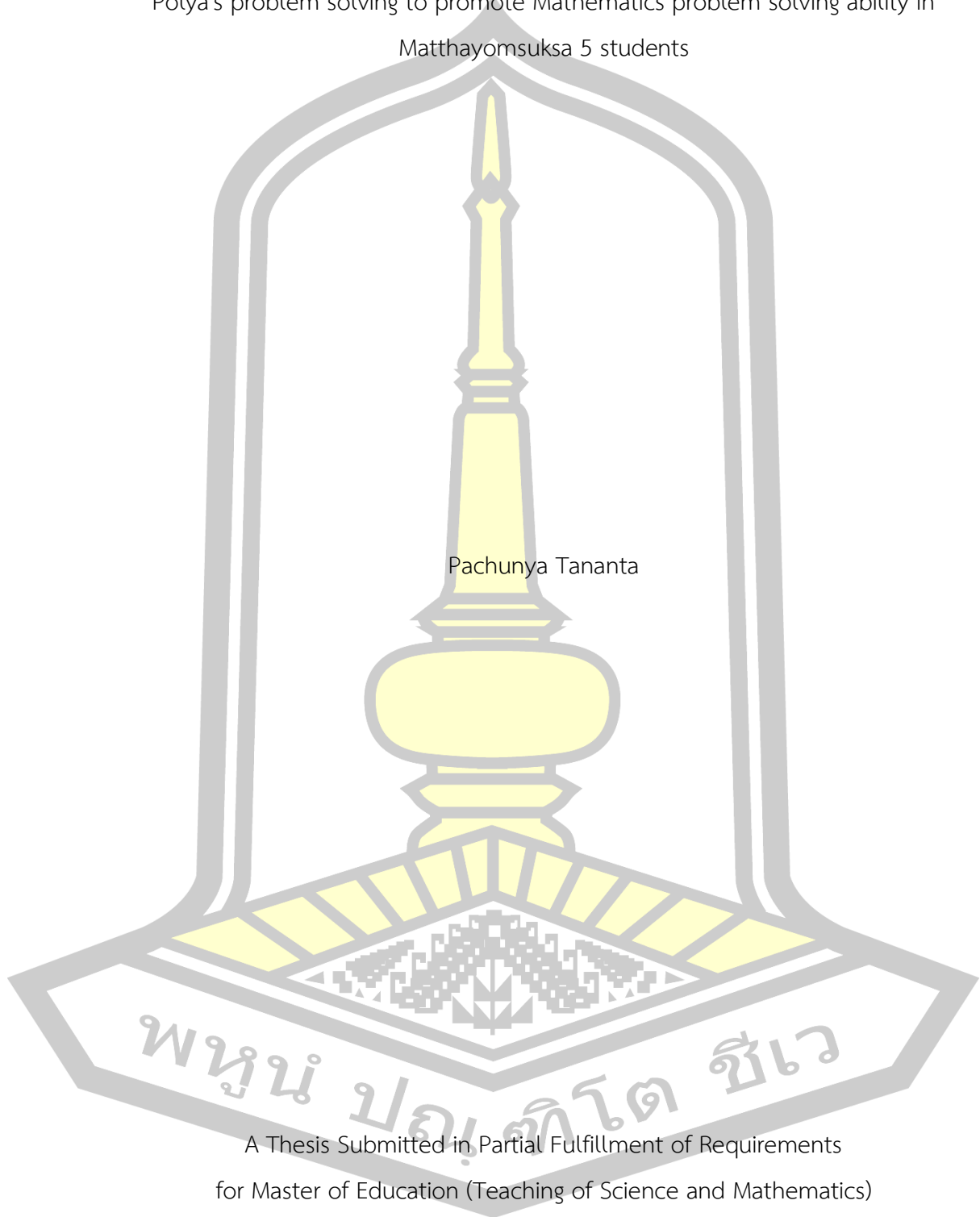


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

กรกฎาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

A development of mathematics learning activities by using inquiry process with  
Polya's problem solving to promote Mathematics problem solving ability in  
Matthayomsuksa 5 students



Pachunya Tananta

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

July 2019

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายปรัชญูณะ ถานันตะ  
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา  
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ.ดร. มนตรี วงษ์สะพาน )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ.ดร. มนตรี ทองมูล )

กรรมการ

(ผศ.ดร. กัญญารัตน์ โคจร )

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ.ดร. สมาน เอกพิมพ์ )

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย  
มหาสารคาม

(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ )

(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		
<b>ผู้วิจัย</b>	ปชญัญะ ถานันตะ		
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	ผศ.ดร. มนตรี ทองมูล		
<b>ปริญญา</b>	การศึกษามหาบัณฑิต	<b>สาขาวิชา</b>	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
<b>มหาวิทยาลัย</b>	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	<b>ปีที่พิมพ์</b>	2562

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์สามมิติ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 51 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 9 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชนิดเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ และแบบวัดความพึงพอใจ จำนวน 15 ข้อ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test (One Sample)

### ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.68/76.96 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีความพึงพอใจเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก

โดยสรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีประสิทธิภาพเหมาะสม ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นด้วย จึงควรสนับสนุนให้ครูนำวิธีการนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

คำสำคัญ : ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

พูน ปณ ทิโต ชีเว

<b>TITLE</b>	A development of mathematics learning activities by using inquiry process with Polya's problem solving to promote Mathematics problem solving ability in Matthayomsuksa 5 students		
<b>AUTHOR</b>	Pachunya Tananta		
<b>ADVISORS</b>	Assistant Professor Montri Thongmoon , Ph.D.		
<b>DEGREE</b>	Master of Education	<b>MAJOR</b>	Teaching of Science and Mathematics
<b>UNIVERSITY</b>	Maharakham University	<b>YEAR</b>	2019

### ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) develop of Mathematics learning activities on Vector by using inquiry process with Polya's problem solving to promote Mathematics problem solving ability in Mathayomsuksa 5 with a required efficiency of 70/70, 2) compare learning achievement on Vector by using inquiry process with Polya's problem solving in Mathayomsuksa 5 with the criterion of 70 percent, 3) compare Mathematics problem solving ability on Vector by using inquiry process with Polya's problem solving in Mathayomsuksa 5 with the criterion of 70 percent, 4) investigate the students' satisfaction on the Mathematics learning activities management using inquiry process with Polya's problem solving. The research sample consisted of 51 Mathayomsuksa 5/10 students attending Sarakhampittayakhom school in the second semester of academic year 2018 that selected by purposive sampling. The instruments used in the study were 9 lesson plans for inquiry process with Polya's problem solving, the achievement tset on learning was 20 item and 4 multiple choice, the mathematics problem solving ability test on learning was 5 item, subjective test and the satistaction of student teat on the mathematics learning activity was 15 items. The statistical method employed for data analysis was percentage, mean, standard deviation and t – test (one sample) which were used in the testing hypotheses.

The results of the research were as follows:

1. The mathematical-learning activity by using inquiry process with Polya's problem solving on vector for Mathayomsuksa 5 had an efficiency of 82.68/76.96, which is higher than the threshold set.

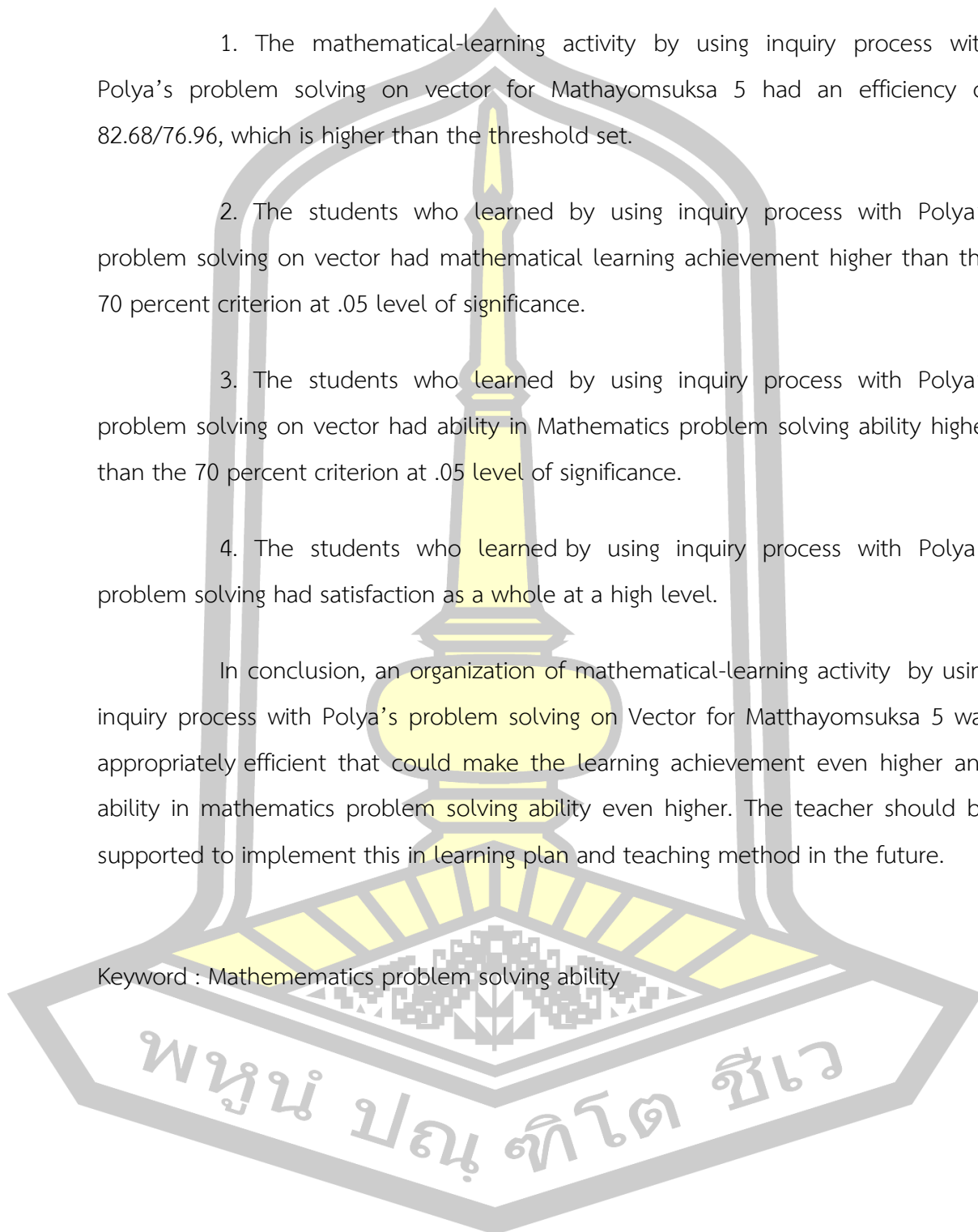
2. The students who learned by using inquiry process with Polya's problem solving on vector had mathematical learning achievement higher than the 70 percent criterion at .05 level of significance.

3. The students who learned by using inquiry process with Polya's problem solving on vector had ability in Mathematics problem solving ability higher than the 70 percent criterion at .05 level of significance.

4. The students who learned by using inquiry process with Polya's problem solving had satisfaction as a whole at a high level.

In conclusion, an organization of mathematical-learning activity by using inquiry process with Polya's problem solving on Vector for Matthayomsuksa 5 was appropriately efficient that could make the learning achievement even higher and ability in mathematics problem solving ability even higher. The teacher should be supported to implement this in learning plan and teaching method in the future.

Keyword : Mathemematics problem solving ability





## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์ สะพาน ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์ กรรมการสอบ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำการวิจัย ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม คณะครูและนักเรียนโรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและคอยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้การทำการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยให้การสนับสนุน คอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การทำการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดามารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้ศึกษาค้นคว้าจนสามารถจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

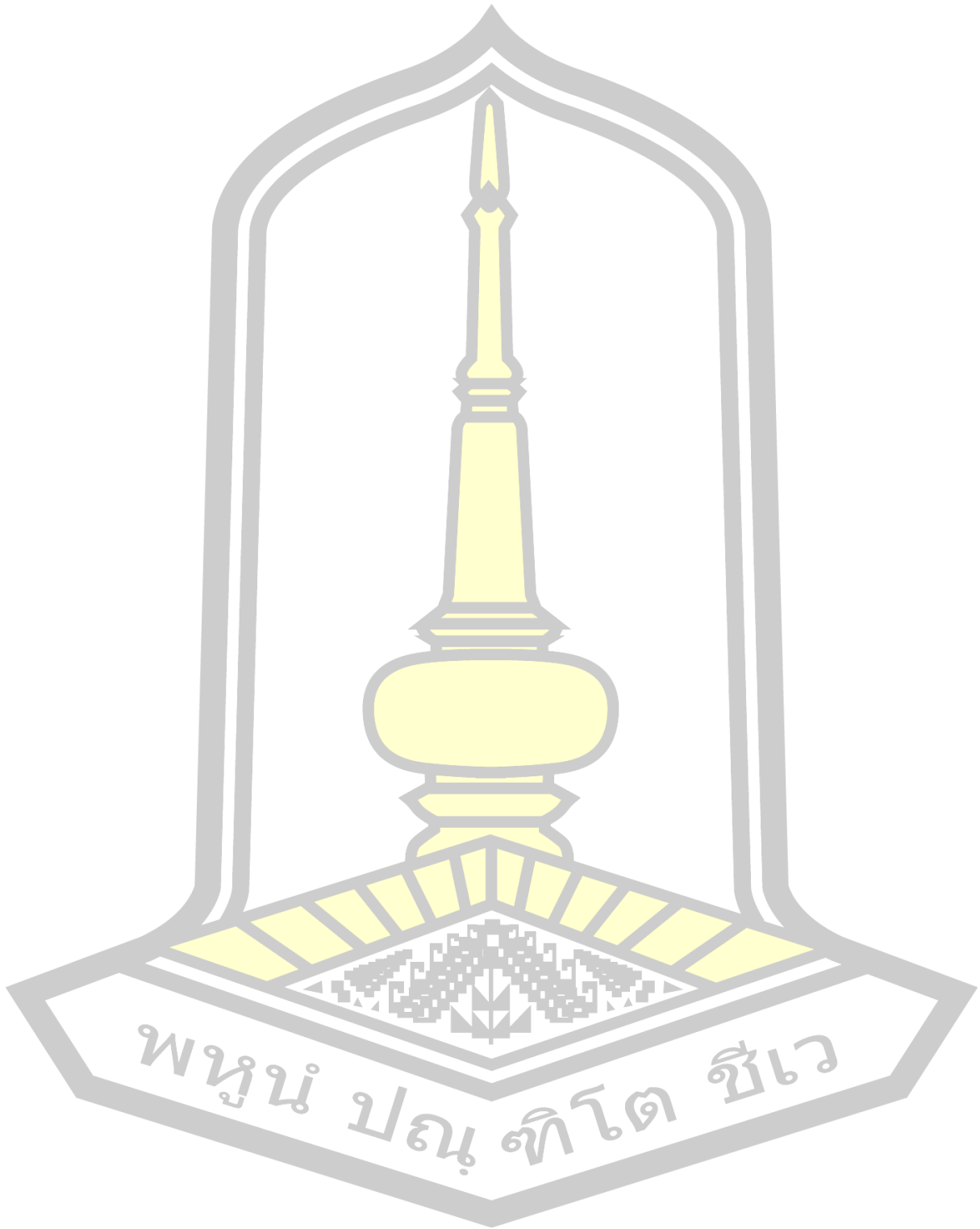
ปชญญะ ถานันตะ

พูนุ ปณุ ทิโต ชีเว

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฅ
บัญชีตาราง.....	ฉ
บัญชีภาพประกอบ .....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ภูมิหลัง.....	1
1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
1.3 ความสำคัญของการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ .....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	10
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	16
2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ .....	27
2.4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	42
2.5 การหาประสิทธิภาพการเรียนรู้.....	46
2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	48
2.7 ความพึงพอใจในการเรียนรู้.....	52
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	57

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	61
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	61
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	62
3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย.....	62
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	102
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	102
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	103
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	114
5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	114
5.2 สรุปผล.....	115
5.3 อภิปรายผล.....	115
5.4 ข้อเสนอแนะ .....	120
บรรณานุกรม.....	121
ภาคผนวก.....	124
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ กระบวนกร แก้ปัญหาของโพลยา.....	125
ภาคผนวก ข แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	139
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ .....	142
ภาคผนวก ง แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์.....	149
ภาคผนวก จ แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ กระบวนกร แก้ปัญหาของโพลยา.....	151
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	167
ภาคผนวก ช หนังสือขอความอนุเคราะห์ .....	174

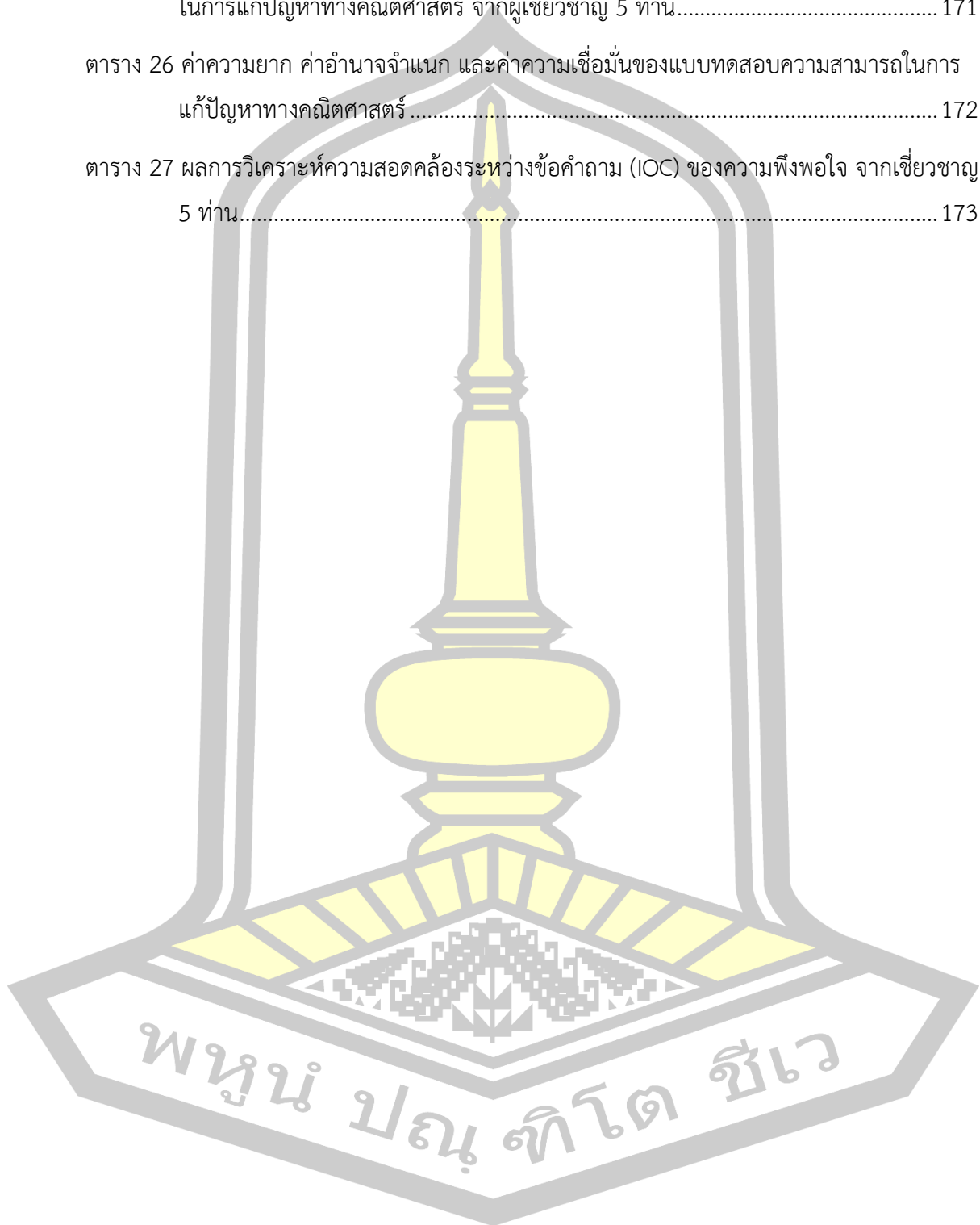


## บัญชีตาราง

	หน้า
ตาราง 1 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา .....	38
ตาราง 2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ .....	39
ตาราง 3 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ .....	40
ตาราง 4 เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	41
ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สารการเรียนรู้ สำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ .....	67
ตาราง 6 กำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องเวก เวกเตอร์ในสามมิติ .....	85
ตาราง 7 กำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องเวก เวกเตอร์ในสามมิติ .....	88
ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ .....	90
ตาราง 9 คะแนนการทำแบบฝึกทักษะ และประเมินแบบทดสอบย่อยท้ายแผน จำนวน 9 แผน ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสาม มิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา .....	103
ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 .....	107
ตาราง 11 คะแนนการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ใน สามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	107
ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์หาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นการวางแผน ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้	

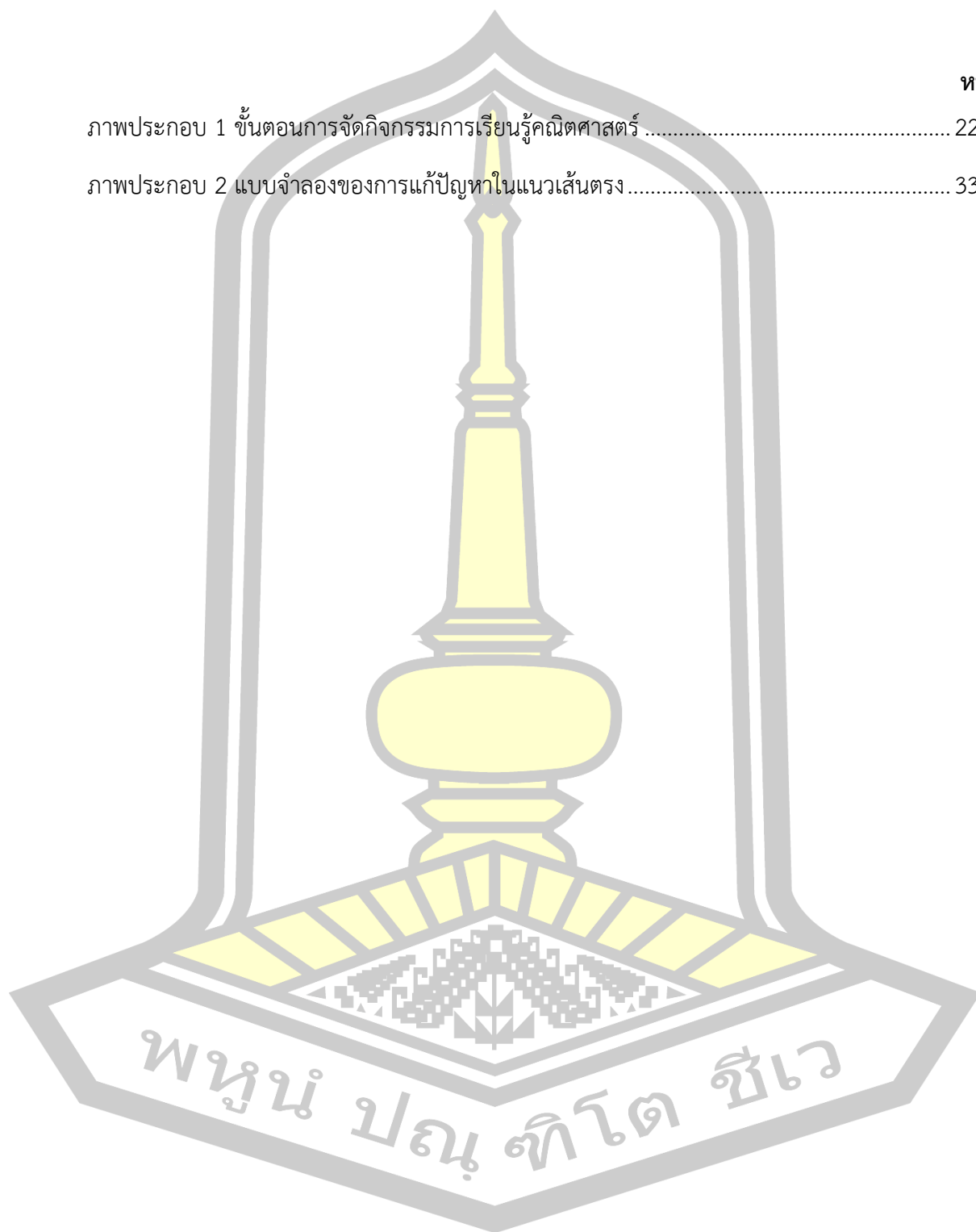
แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	111
ตาราง 13 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์สาม มิติโดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยา.....	112
ตาราง 14 เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	148
ตาราง 15 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 .....	152
ตาราง 16 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 .....	154
ตาราง 17 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 .....	156
ตาราง 18 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4 .....	158
ตาราง 19 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5 .....	160
ตาราง 20 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน.....	162
ตาราง 21 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญ .....	164
ตาราง 22 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญแยกตามรายด้าน.....	166
ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	168
ตาราง 24 ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยาก (P)และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	170

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อความ (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	171
ตาราง 26 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	172
ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อความ (IOC) ของความพึงพอใจ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	173



## บัญชีภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ .....	22
ภาพประกอบ 2 แบบจำลองของการแก้ปัญหาในแนวเส้นตรง .....	33





## บทที่ 1 บทนำ

### 1.1 ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับตัวเลข การคิดคำนวณ การใช้เหตุผลและผลในการแก้ปัญหาที่มีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง ทั้งช่วยในการพัฒนาระบบการคิดของมนุษย์ให้มีความคิดที่สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระเบียบแบบแผนมากขึ้น และช่วยให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างละเอียด รอบคอบ อันจะนำมาซึ่งการคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ถือเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาศาสตร์แขนงต่างๆ เนื่องจากธรรมชาติของคณิตศาสตร์จะมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด และการให้เหตุผล ซึ่งเป็นรากฐานของการเรียนรู้และทำความเข้าใจ ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น และมีบทบาทสำคัญต่อความเป็นอยู่ของคนในสังคม ที่จะช่วยให้มีกระบวนการคิด การตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ เปิดโอกาสให้เยาวชนได้นำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิต โดยมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ใน ศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ และเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน ประกอบด้วย จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น แคลคูลัส ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในแต่ละสาระก็จะมีเนื้อหารายละเอียดที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ การวัด ที่มีความยากและซับซ้อนจากการทำความเข้าใจเรื่องรูปแบบของการคิดแก้ปัญหาที่ไม่มีรูปแบบตายตัว ผู้เรียนจะต้องใช้กระบวนการคิดที่สร้างสรรค์ เป็นการคิดที่มีระบบ มีเหตุมีผลในการตัดสินใจแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีบทบาทในการฝึกทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแก้ปัญหา และช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีเหตุผล ทำงานเป็นระบบ เป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งลักษณะโจทย์ปัญหาบางรูปแบบยังช่วยพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา การสำรวจเพื่อค้นพบ การตั้งข้อคาดเดา การสืบเสาะหาเหตุผลสนับสนุนข้อคาดเดา ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่จะนำผลลัพธ์หรือความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในที่สุด (วรรณวิภา สุทธิเกียรติ, 2542)

ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ยังไม่เน้นการพัฒนากระบวนการคิดมากเท่าที่ควร แต่เป็นการท่องจำสูตร แทนค่า เพื่อหาผลลัพธ์เท่านั้น ทำให้นักเรียนยังไม่เกิดความสามารถในการคิดซึ่งจะนำไปปรับใช้ในชีวิตจริงได้ จากข้อมูลของค่าสถิติผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2560 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 28.31 คะแนนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนนซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561) นอกจากนี้จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน o-net ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม ได้รายงานผลการทดสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ดังนี้ คะแนน ปีการศึกษา 2559 มีค่าเฉลี่ย 29.62 คะแนนและปีการศึกษา 2560 มีค่าเฉลี่ย 30.83 คะแนน (โรงเรียนสารคามพิทยาคม, 2561) จากการวิเคราะห์ที่ในภาพรวมพบว่าคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก เนื่องจากยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561) ทั้งนี้อาจเกิดจากสาเหตุ ครูไม่เข้าใจวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และครูผู้สอนส่วนใหญ่ขาดทักษะในการสอนให้ผู้เรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์ ประกอบกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้มีมาก ทำให้ครูเร่งรีบและกังวลกับการสอนเนื้อหาให้ครบมากกว่าการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ ทำให้การเรียนการสอนของประเทศไทยในปัจจุบันยังใช้วิธีการที่ครูเป็นผู้อธิบายเป็นส่วนใหญ่ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนท่องจำ ไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนขาดความกระตือรือร้น และขาดความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน เมื่อนักเรียนถูกจำกัดความคิดจึงทำให้คิดไม่เป็น เด็กไทยจึงไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ขาดการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา ไม่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จากการนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของภิญญาดา กลับแก้ว (2556) ซึ่งได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว มาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เขต 26 ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 51 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 51.88 จะได้เห็นว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งทางโรงเรียนสารคามพิทยาคมกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำของผู้เรียนต้องผ่านร้อยละ 50 โดยอ้างอิงเกณฑ์จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ประกอบกับผลคะแนนของนักเรียนยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 จำนวน 24 คน

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการแก้ปัญหาของผู้เรียน ผู้วิจัยเห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และกระบวนการแก้ปัญหา

ของโพลยา เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และการคิด  
 แก้ปัญหาของผู้เรียนได้ดี เพราะเป็นการเรียนรู้แบบกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ซึ่งการ  
 เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ครูควรจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนเกิดความสงสัยและเกิด  
 ความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้มี 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้น  
 ทบทวนความรู้เดิม 2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ โดยจะมีสอนกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและสืบ  
 เสาะหาข้อมูลได้มาซึ่งคำตอบ 3. ขั้นสรุปเป็นความคิดความเข้าใจและนำไป 4. ขั้นฝึกทักษะ โดยจะ  
 ฝึกการแก้ปัญหาตามขั้นการแก้ปัญหาของโพลยา 5. ขั้นนำความรู้ไปใช้เกี่ยวกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน  
 และ 6. ขั้นประเมินผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ส่วน  
 กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาช่วยให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จะค้นพบ  
 ความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งปัญหาประเภทกระตุ้นให้  
 นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเองและสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้  
 ประโยชน์ ซึ่งมีกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ว่าต้องการรู้อะไร  
 ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา นำข้อมูลที่ได้จากปัญหาและสิ่งที่ต้องการหามีอะไรบ้างแล้ววางแผนว่า  
 จะใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างไร ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ปฏิบัติตามแผนโดยใช้ทักษะที่เคยเรียนรู้มา  
 ประกอบด้วยวิธีคิด การแสดงวิธีทำการคิดคำนวณ และวิธีอื่นๆ ที่ได้มาซึ่งคำตอบขั้นที่ 4 การตรวจ  
 คำตอบหรือตรวจสอบว่านักเรียนหาคำตอบได้ครบถ้วนและถูกต้อง อีกทั้งการเรียนรู้จะเป็นประโยชน์  
 ต่อครูผู้สอนในการออกแบบการสอน พัฒนาการสอน และยังช่วยให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียน  
 สอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเน้นการตรวจสอบพินความรู้เดิมของนักเรียนจะ  
 ทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนจะเรียนในเนื้อหานั้นๆ นักเรียนจะสร้างความรู้  
 จากพินความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและสามารถนำความรู้เดิมและ  
 ความรู้ใหม่ มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ (อารีย์ สุขใจรวเวทย์, 2553)

เวกเตอร์เป็นเรื่องที่อยู่ในคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นการ  
 บอกเส้นทางจากต้นทางถึงปลายทาง และการบอกทิศทางตรง เลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวา เป็นการใช้  
 เวกเตอร์อีกอย่างหนึ่ง ซึ่งในเรื่องเวกเตอร์มีทั้งเวกเตอร์สองมิติและเวกเตอร์สามมิติ เป็นประโยชน์ที่ฝึก  
 ให้นักเรียนรู้จักการวางแผนและแก้ปัญหาการเดินทางได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียน  
 วิชาฟิสิกส์ได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์  
 เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
 ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา  
 ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มี  
 ความสำคัญ คือ การสอนที่ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและนำความรู้ไปแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ และอีกวิธีที่จะช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น คือกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่เน้นให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาด้วยตนเอง ได้ฝึกใช้กระบวนการคิดที่มีเหตุและผล มีความรอบคอบ เป็นระเบียบแบบแผน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนำทักษะ ความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์สามมิติ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

## 1.3 ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้ สามารถเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิด การแก้ปัญหาเป็นอย่างเป็นขั้นตอน และเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์

## 1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 636 คน ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม เขต 26

#### 1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 51 คน โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม เขต 26 ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะ สอดคล้องกับความมุ่งหมายของงานวิจัย

#### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้ แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยา

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2561 จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ เวลาเรียน 9 ชั่วโมง

#### 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นหาความรู้ด้วยวิธีต่างๆ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งวิทยาการต่าง ๆ ที่หลากหลาย เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดลำดับขั้นตอนการสอนไว้ดังนี้

### 1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่ โดยยกสถานการณ์ปัญหา ให้ตัวอย่าง สนทนาถามตอบ ในสิ่งที่เรียนแล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเตรียมพร้อมในการเรียนในชั่วโมง

### 2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหา การจัดประสบการณ์ต่างๆ ผ่านการใช้สื่อ ให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และการแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในหลายรูปแบบ โดยครูนำเอาโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ให้นักเรียน

### 3. ขั้นสรุป

นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอรูปแบบการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเหตุผลที่เลือกทำวิธีดังกล่าวของกลุ่มตัวเอง และครูร่วมกับนักเรียนสรุปทั้งหมดอีกครั้ง

### 4. ขั้นฝึกทักษะ

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุปนำมาใช้เกิดความชำนาญ คล่องแคล่วมากขึ้นจนกลายเป็นทักษะ โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะทำเรื่องในบทเรียนโดยตรง และโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากตัวอย่างที่ให้

### 5. ขั้นนำความรู้ไปใช้

เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ในขั้นนี้จะนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและใช้ในวิชาอื่น และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้ถูกต้อง โดยการให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาหรือแก้โจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

### 6. ขั้นประเมินผล

เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการใช้แบบฝึกทักษะ หรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอน และประเมินแบบสังเกต

2. กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการทำความเข้าใจว่าต้องการรู้อะไร มีข้อมูลใดบ้างที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยวิธีคิด การเขียนรายการ การเขียนภาพ การสร้างตาราง การคิดย้อนหลัง และวิธีอื่นๆ ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาวางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ ประกอบด้วยวิธีคิด การเขียนรูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ สร้างตาราง เขียนแบบแผน ลำดับขั้นตอนการคิด และวิธีอื่นๆ ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นปฏิบัติตามแผนโดยใช้ทักษะที่เคยเรียนรู้มาประกอบด้วยวิธีคิด การแสดงวิธีทำการคิด คำนวณ และวิธีอื่นๆ ขั้นที่ 4 การตรวจคำตอบ เป็นขั้นนี้ต้องพิจารณาว่า ได้แก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ครบถ้วนหรือไม่ ประกอบด้วยวิธีคิด การคิดย้อนใหม่ตั้งแต่ต้น และวิธีอื่นๆ

3. การจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถค้นหาความรู้ด้วยตัวเอง มีการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ และแก้ปัญหาอย่างมีระบบเป็นขั้นตอน โดยได้นำเอากระบวนการแก้ปัญหาของโพลยามาใช้ร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

#### 1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่ โดยยกสถานการณ์ปัญหาให้ตัวอย่าง สนทนาถามตอบ ในสิ่งที่เรียนแล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเตรียมพร้อมในการเรียนในชั่วโมง

#### 2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหา การจัดประสบการณ์ต่างๆ ผ่านการใช้สื่อ ให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และการแก้ปัญหาพร้อมทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ โดยครูนำเอาปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำซึ่งจะเป็นขั้นกิจกรรมแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาว่าต้องการรู้อะไร มีข้อมูลใดบ้าง

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากปัญหาและสิ่งที่ต้องการหามีอะไรบ้างแล้ววางแผนว่าจะใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างไร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ครูให้นักเรียนปฏิบัติตามแผนโดยใช้ทักษะที่เคยเรียนรู้มาประกอบด้วยวิธีคิด การแสดงวิธีทำการคิดคำนวณ และวิธีอื่นๆ ที่ได้มาซึ่งคำตอบ

ขั้นที่ 4 การตรวจคำตอบ ครูให้นักเรียนตรวจคำตอบหรือตรวจสอบว่านักเรียนหาคำตอบได้ครบถ้วนและถูกต้องหรือยัง

#### 3. ขั้นสรุป

นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอรูปแบบการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเหตุผลที่เลือกทำวิธีดังกล่าวของกลุ่มตัวเอง และครูร่วมกับนักเรียนสรุปทั้งหมดอีกครั้ง

#### 4. ขั้นฝึกทักษะ

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุปนำมาใช้เกิดความชำนาญ คล่องแคล่วมากขึ้นจนกลายเป็นทักษะ โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะท้ายเรื่องในบทเรียนโดยตรง และโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากตัวอย่างที่ให้

#### 5. ขั้นนำความรู้ไปใช้

เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ในขั้นนี้จะนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและใช้ในวิชาอื่น และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้ถูกต้อง โดยการให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาหรือแก้โจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

#### 6. ขั้นประเมินผล

เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการใช้แบบฝึกทักษะ หรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอน และประเมินแบบสังเกต

4. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 ซึ่งแสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนและค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

4.1 เกณฑ์ประสิทธิภาพ 70 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำใบงานของแต่ละแผน และประเมินแบบทดสอบย่อยท้ายแผนแต่ละแผนโดยกำหนดสัดส่วน 60:40 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 70 ขึ้นไป

4.2 เกณฑ์ประสิทธิภาพ 70 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 70 ขึ้นไป

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลคะแนนความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยแผนการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบอิงเกณฑ์จำนวน 20 ข้อ



6. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การดำเนินการของนักเรียนในการใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการหาวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบและข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล และมีขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งวัดจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์สามมิติ เป็นแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Score ประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการทำความเข้าใจว่าต้องการรู้อะไร มีข้อมูลอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาวางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ

คำตอบ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นปฏิบัติตามแผนโดยใช้ทักษะที่เคยเรียนรู้มา

ประกอบด้วยวิธีคิด การแสดงวิธีทำการคิดคำนวณ และวิธีอื่นๆ

ขั้นที่ 4 การตรวจคำตอบ เป็นขั้นนี้ต้องพิจารณาว่า ได้แก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว

7. ความพึงพอใจนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา หมายถึง ความรู้สึกชื่นชอบความประทับใจในการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์สามมิติ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับจำนวน 15 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)
- 2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.5 การหาประสิทธิภาพการเรียนรู้
- 2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.7 ความพึงพอใจในการเรียนรู้
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 2.8.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

#### 2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

##### 1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษต่อการศึกษาประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิตโดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

##### 2 หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

- 2.1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
- 2.2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
- 2.3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
- 2.4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้
- 2.5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 2.6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

### 3 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

- 3.1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
- 3.2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
- 3.3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
- 3.4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
- 3.5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

### 4. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวน

## ในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

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

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

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

## 5. ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำอธิบายรายวิชา วิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ที่ไปประยุกต์ใช้ได้ในเรื่องเกี่ยวกับ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

และฟังก์ชันลอการิทึม เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่  $n$  ในระบบจำนวนจริงและจำนวนจริงในรูปกรณฑ์ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ฟังก์ชันลอการิทึม การหาค่าลอการิทึม การเปลี่ยนฐานของลอการิทึม สมการเอกซ์โพเนนเชียล และสมการลอการิทึม การประยุกต์ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ ฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่น ๆ ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม การใช้ตารางค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติ กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ ฟังก์ชันตรีโกณมิติของผลบวกและผลต่างของจำนวนจริงหรือมุม ตัวผกผันของฟังก์ชันตรีโกณมิติ เอกลักษณะและสมการตรีโกณมิติ กฎของโคไซน์และไซน์ การหาระยะทางและความสูง โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ ที่ใกล้ตัวผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้รับไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ ละเอียดรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และเชื่อมั่นในตนเอง รวมทั้งได้ใช้ และยอมรับ เกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลายตามสภาพจริงของเนื้อหาและทักษะกระบวนการที่ต้องการวัด

คำอธิบายรายวิชา วิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ที่ได้นำไปประยุกต์ใช้ได้ในเรื่องเกี่ยวกับ จำนวนเชิงซ้อน การสร้างจำนวนเชิงซ้อน รากที่สองของจำนวนเชิงซ้อน กราฟและค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อน จำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว รากที่  $n$  ของจำนวนเชิงซ้อน สมการพหุนาม เวกเตอร์ เวกเตอร์ในสามมิติ ระบบพิกัดฉากสามมิติ เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก ผลคูณเชิงสเกลาร์ ผลคูณเชิงเวกเตอร์ ทฤษฎีบททวินาม การจัดหมู่ โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ ที่ใกล้ตัวผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้รับไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ ละเอียดรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และเชื่อมั่นในตนเอง รวมทั้งได้ใช้ และยอมรับ เกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลายตามสภาพจริงของเนื้อหาและทักษะกระบวนการที่ต้องการวัด

### 5.1 สาระจำนวนและพีชคณิต

5.1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้

1. เข้าใจจำนวนเชิงซ้อนและใช้สมบัติของ จำนวนเชิงซ้อนในการแก้ปัญหา
2. ทหารากที่  $n$  ของจำนวนเชิงซ้อนเมื่อ  $n$  เป็นจำนวนนับที่มากกว่า 1

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

จำนวนเชิงซ้อน

- จำนวนเชิงซ้อน และสมบัติของจำนวนเชิงซ้อน
- จำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว
- รากที่  $n$  ของจำนวนเชิงซ้อน เมื่อ  $n$  เป็นจำนวนนับที่มากกว่า 1

5.1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และ

นำไปใช้

ผลการเรียนรู้

1. เข้าใจฟังก์ชันตรีโกณมิติและลักษณะ กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ และนำไปใช้ ในการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

- ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
- ฟังก์ชันตรีโกณมิติผกผัน

5.1.3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วย

แก้ปัญหาที่กำหนดให้

ผลการเรียนรู้

1. แก้สมการตรีโกณมิติ และนำไปใช้ ในการแก้ปัญหา
2. ใช้กฎของโคไซน์และกฎของไซน์ ในการแก้ปัญหา
3. เข้าใจความหมาย หาผลลัพธ์ของการบวก เมทริกซ์ การคูณเมทริกซ์กับจำนวนจริง การคูณระหว่างเมทริกซ์ และหาเมทริกซ์ สลับเปลี่ยน หาดิเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์  $n \times n$  เมื่อ  $n$  เป็นจำนวนนับที่ไม่เกินสาม
4. หาเมทริกซ์ผกผันของเมทริกซ์  $2 \times 2$
5. แก่ระบบสมการเชิงเส้นโดยใช้เมทริกซ์ผกผันและการดำเนินการตามแถว
6. แก้สมการพหุนามตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสี่ ที่มีสัมประสิทธิ์เป็นจำนวนเต็ม

และนำไปใช้ ในการแก้ปัญหา

### สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

#### 1. ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

- เอกลักษ์ณและสมการตรีโกณมิติ
- กฎของโคไซน์และกฎของไซน์

#### 2. เมทริกซ์

- เมทริกซ์ และเมทริกซ์สลับเปลี่ยน
- การบวกเมทริกซ์ การคูณเมทริกซ์กับจำนวนจริงการคูณระหว่างเมทริกซ์
- ดีเทอร์มิแนนต์
- เมทริกซ์ผกผัน
- การแก้ระบบสมการเชิงเส้นโดยใช้เมทริก

#### 3. จำนวนเชิงซ้อน

- สมการพหุนามตัวแปรเดียว

#### 5.2 สาระการวัดและเรขาคณิต

เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้

1. หาผลลัพธ์ของการบวก การลบเวกเตอร์ การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์  
หาผลคูณ เชิงสเกลาร์ และผลคูณเชิงเวกเตอร์

2. นำความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ในสามมิติไปใช้ ในการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

เวกเตอร์ในสามมิติ

- เวกเตอร์ นิเสธของเวกเตอร์
- การบวก การลบเวกเตอร์ การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์
- ผลคูณเชิงสเกลาร์ ผลคูณเชิงเวกเตอร์

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

#### 1. หลักการนับเบื้องต้น

- หลักการบวก และการคูณ
- การเรียงสับเปลี่ยน
- การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น
- การเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลมกรณีที่ สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด
- การจัดหมู่กรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด
- ทฤษฎีบททวินามหลักการนับเบื้องต้น

## 2. ความน่าจะเป็น

- การทดลองสุ่มและเหตุการณ์
- ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

จากข้อความสำคัญข้างต้น ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ที่มีสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ซึ่งผู้วิจัยต้องเน้นพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

### 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) หรือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ระบุไว้ในคู่มือครูคณิตศาสตร์ หรือเรียกว่า การเรียนรู้ตามรูปแบบปกติ โดย สสวท. และมีนักการศึกษาและนักวิชาการได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

#### 2.2.1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเองให้กับนักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2545) กล่าวว่า การสืบเสาะความแตกต่างกันมากมายขึ้นอยู่กับความเชื่อและความเข้าใจ โดยสังเขป ดังนี้

การสืบเสาะ หมายถึง กิจกรรมต่างๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา และเป็นผลให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

การสืบเสาะ หมายถึง กิจกรรมที่เน้นการแก้ปัญหา โดยใช้ปรากฏการณ์ที่กำลังเผชิญหรือประสบอยู่และพร้อมท้าทายความคิด

การสืบเสาะ เป็นกระบวนการคิดขั้นสุดท้ายที่เกิดขึ้นหลังจากเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ที่กำหนดให้

การสืบเสาะ หมายถึงวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดวิธีการหาความรู้ของเขา

การสืบเสาะ หมายถึง กิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในแนวทางต่างๆ กันเพื่อแก้ปัญหาหรือความขัดแย้งด้านความคิด

การสืบเสาะ หมายถึง การสอนที่ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาเรื่องราวต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ให้ความหมายการสืบเสาะไว้ว่า เป็นการสืบค้นหาความรู้โดยใช้กิจกรรมต่างๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาและเป็นผลก่อให้เกิดความ



เข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ได้

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นหาความรู้ด้วยวิธีต่างๆ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งวิทยาการต่าง ๆ ที่หลากหลาย เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา ครูจะเป็นเพียงผู้สนับสนุน

## 2.2.2 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Carin, Arthur A. & Sund (1980) แบ่งวิธีสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

แบบที่ 1 Guided Discovery เป็นวิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง วิธีนี้ครูและนักเรียนมีบทบาทเท่าเทียมกัน โดยเตรียมวิธีการปฏิบัติทดลองไว้แล้วเป็นระดับที่ง่ายที่สุด

แบบที่ 2 Less Guided Discovery เป็นวิธีสืบเสาะที่ครูเป็นผู้วางแผน วิธีนี้ครูบทบาทลดลงเมื่อเทียบกับวิธีที่ 1 นักเรียนมีบทบาทมากขึ้น ซึ่งเป็นวิธีที่ซับซ้อนกว่าแบบที่ 1

แบบที่ 3 Free Discovery เป็นวิธีสืบเสาะที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง วิธีนี้ นักเรียนมีบทบาทมากที่สุด ครูมีบทบาทน้อยหรือไม่มีเลย เป็นระดับที่ซับซ้อนและยากที่สุด

1. วิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง/ปฏิบัติกิจกรรม (Guided Discovery) เป็นวิธีสืบเสาะที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือไว้เรียบร้อย นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองทำกิจกรรมตามแนวทางที่กำหนดไว้ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นวิธีสืบเสาะ ที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือกิจกรรมสำเร็จรูป (Structured Laboratory) ลำดับขั้นตอนการสอนของวิธีนี้ คือ

1.1 ชี้แนะเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก

1.2 ชี้แนะอภิปรายก่อนทำกิจกรรมการทดลอง อาจจะเป็นการตั้งสมมุติฐานครูอธิบายหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองว่ามีวิธีการใช้อย่างไร จึงจะไม่เกิดอันตรายและมีข้อควรระวังในการทดลองแต่ละครั้งอย่างไรบ้าง

1.3 ชี้แนะทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการทดลองเองทำกิจกรรมพร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

1.4 ชี้แนะอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นของการนำเสนอข้อมูลและสรุปผลการทดลอง ในตอนนี้ครูต้องนำการอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปเพื่อให้ได้แนวคิดหรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน

2. วิธีสืบเสาะที่ครูเป็นผู้วางแผน (Teacher Planned Investigation) หรือ (Less Guided Discovery) เป็นวิธีสืบเสาะที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาแต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วย

ตนเองโดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมุติฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลองโดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งเรียกรูปแบบนี้ว่า วิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) ลำดับขั้นตอนของการสอนวิธีนี้ คือ

- 2.1 สร้างสถานการณ์หรือปัญหา ซึ่งอาจทำโดยการใช้คำถาม ใช้สถานการณ์จริงโดยการสาธิตเพื่อเสนอปัญหา ใช้ภาพปริศนา หรือภาพยนตร์เพื่อเสนอปัญหา
- 2.2 นักเรียนวางแผนแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้แนะแนวทาง ระบุแหล่งความรู้
- 2.3 นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้
- 2.4 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้ดูแลร่วมการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์

3. วิธีสืบเสาะที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง (Student Planned Investigation) หรือ (Free Discovery) เป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง เก็บข้อมูล ดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูล ตลอดจนสรุปผลด้วยตัวนักเรียนเองวิธีนี้นักเรียนมีอิสระการสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ ได้แบ่งการสืบเสาะออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) การสืบเสาะโดยใช้ความรู้เดิม (Stable Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่นำความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วไปใช้ในการกำหนดปัญหาเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหา ดังกล่าวการสืบเสาะชนิดนี้ซึ่งเกี่ยวข้องกับเฉพาะช่องว่างที่มีอยู่ในความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ก่อนแล้วไม่ได้สนใจหาความรู้ใหม่ ที่แตกต่างไปจากเดิม เช่นการสืบเสาะหาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเบนซินเพื่อสร้างเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้อยแต่ประสิทธิภาพในการทำงานสูงผู้สืบเสาะทั้งหลายต่างก็ยึดหลักการเดียวกันตลอดเวลา

2) การสืบเสาะหาความรู้ใหม่ (Fluid Inquiry) การสืบเสาะแบบนี้จะพัฒนาหลักความรู้ใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการปรับปรุงวิชาการต่าง ๆ ให้ถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น ตลอดจนใช้หลักการใหม่ในการสืบเสาะหาความรู้ให้กว้างขวางและลึกซึ้งต่อไป ดังนั้นการสืบเสาะแบบ Fluid Inquiry จึงเป็นผู้สร้างหลักความรู้ให้การสืบเสาะ Stable Inquiry นั้นเอง เช่น การสืบเสาะของประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ผู้สืบเสาะแบบนี้จะมุ่งหาหลักการใหม่ของการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่นอกเหนือไปจากที่ใช้กัน จนกระทั่งได้เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลขึ้นมาอีกระบบหนึ่ง

Tafoya and other (1960) การทำปฏิบัติการ (Laboratory Investigation) การสืบเสาะประเภทนี้ ทาฟอยาและคณะ ได้เสนอรูปแบบของการสืบเสาะที่เน้นการปฏิบัติการทดลองและการคิด โดยให้นักเรียนลงมือเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล แปลความหมายและลงข้อสรุป ซึ่งทำให้นักเรียนมีทั้งทักษะในด้านการปฏิบัติการ (Process of Doing หรือ Manual Skill) และด้านกระบวนการคิด (Process of Thinking หรือ Think Skill) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

- 1) การสืบเสาะแบบสำเร็จรูป (Structured Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ครูเป็น

กำหนดปัญหาที่นักเรียนกำหนดขั้นตอนในการทดลอง และการจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนแปลความหมายและสรุปด้วยตนเอง

2) การสืบเสาะแบบแนะนำ (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ครูกำหนดปัญหาให้ ครูให้คำปรึกษาหารือ หรือแนะนำการทดลองและการจัดกระทำข้อมูล นักเรียนเป็นผู้แปลความหมายและสรุปด้วยตนเอง

3) การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (Open Inquiry) หรือการค้นพบ (Discovery) นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วิธีการแก้ปัญหา การจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายและสรุปด้วยตนเอง

นิตา สะเพียรชัย (2520) การไม่ทำปฏิบัติการ (Nonlaboratory Investigation) การสืบเสาะแบบนี้ไม่เน้นการลงมือปฏิบัติทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล แต่เน้นการให้หรือเสนอข้อมูลจากครูเน้นการซักถามของครูและนักเรียน บางครั้งการสืบเสาะแบบซักถาม (Oral Inquiry) นักเรียนจะได้รับการฝึกฝนทักษะด้านการคิด แต่ขาดทักษะในด้านการปฏิบัติการ การสืบเสาะแบบนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) การสืบเสาะแบบนักเรียนเป็นผู้ซักถาม (Active Inquiry) นักเรียนเป็นผู้แสวงหาคำตอบโดยการซักถาม ครูเป็นผู้ช่วยเหลือในด้านการให้ข้อมูล ซึ่งอาจใช้รูปภาพการฉาย ภาพยนตร์ สไลด์ ใช้การสาธิต ตลอดจนข้อมูลที่เป็นจริงกับผู้เรียนในรูปคำตอบ ใช่หรือไม่ใช่เท่านั้น บางครั้งก็เป็นผู้ตั้งคำถาม เพื่อให้ให้นักเรียนช่วยกันตอบ จนกระทั่งได้ข้อสรุปหรือความรู้ใหม่เกิดขึ้น

2) การสืบเสาะแบบครูเป็นผู้ซักถาม (Passive Inquiry) การสืบเสาะแบบนี้ครูนอกจากจะทำหน้าที่ในการนำเสนอข้อมูลแล้วยังทำหน้าที่ในการซักถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งในความคิด เกิดสนใจ อันจะนำไปสู่การคิดค้นหาคำตอบ

3) การสืบเสาะแบบผสม (Mixed Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันซักถามจากปัญหาที่เกิดจากการนำเสนอข้อมูลของครู ครูอาจทำหน้าที่ในการชี้แนะเพื่อให้นักเรียนซักถามจนกระทั่งได้คำตอบของปัญหา

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีอยู่หลายประเภท มีทั้งสืบเสาะแบบสร้างความรู้ใหม่โดยเอามาจากความรู้เดิมหรือความรู้ใหม่ สืบเสาะจากการปฏิบัติทดลองและการคิดและครูให้คำปรึกษา และสืบเสาะจากซักถาม

### 2.2.3 แนวทางการจัดการเรียนการสอน

สุพิน บุญชูวงศ์ (2538) กล่าวว่า แนวทางการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จะค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งปัญหาประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิด หาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง และสามารถนำการแก้ปัญหาที่ตนนั้นมาใช้ประโยชน์

### ความมุ่งหมาย

1. เพื่อกระตุ้น ให้นักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
2. เพื่อฝึกนักเรียนให้เป็นคนคิดอย่างมีเหตุผล
3. เพื่อฝึกนักเรียนให้ใช้ความคิดในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

กรมวิชาการ (2545) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนบรรลุ

### จุดประสงค์ของหลักสูตร

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐาน และมีทักษะการคิดคำนวณ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ควรเริ่มด้วยการจัดกิจกรรมโดยใช้ของจริง ใช้รูปภาพ และใช้สัญลักษณ์ตามลำดับ การจัดกิจกรรมโดยใช้ของจริง เป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนเรียนรู้จากการกระทำ หรือเรียกว่าการจัดประสบการณ์ระดับรูปธรรมส่วนมากการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปภาพ หรือเรียกว่าการจัดประสบการณ์ระดับรูปธรรม และการจัดกิจกรรมโดยใช้สัญลักษณ์ ซึ่งถือว่าเป็นประสบการณ์ระดับนามธรรม ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูควรพยายามมุ่งไปสู่การจัดประสบการณ์ระดับนามธรรมให้เร็วที่สุดตามความสามารถของนักเรียน และเมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจดีแล้ว ต้องมีการฝึกฝนเพื่อให้เกิดความชำนาญ แม่นยำและรวดเร็วในการคิดคำนวณ การฝึกหัดจากหนังสือแบบเรียน จากบัตรงาน หรือจากแบบฝึกหัดที่ครูคิดขึ้นเอง หรือจากกิจกรรมประเภทต่างๆ เช่น การฝึกคิดเลขเร็ว การเล่นเกม การฝึกทักษะ การคิดคำนวณ โดยมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

- 1.1 การฝึกทักษะควรทำหลังจากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ แล้ว
- 1.2 การฝึกควรฝึกในช่วงเวลาไม่มากนักแต่ควรทำบ่อยๆ
- 1.3 การฝึกควรใช้กิจกรรมการฝึกหลายๆ แบบ
- 1.4 การฝึกควรเริ่มจากง่ายไปหายาก
- 1.5 การฝึกควรให้น่าสนใจ และท้าทายความสามารถ
- 1.6 การฝึกควรให้เหมาะสมตามสามารถของนักเรียนแต่ละคน ดังนั้นนักเรียน

ทุกคนจึงไม่จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนจากแบบเดียวกัน

2. รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างเป็นระเบียบ ชัดเจน และรัดกุม คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้างเป็นระบบ และมีความเป็นเหตุเป็นผลอยู่ในตัวเอง ด้วยเหตุนี้คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาหนึ่งที่ช่วยฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลได้เป็นอย่างดี ครูผู้สอนจึงไม่ควรละเลยคุณค่าของคณิตศาสตร์ในข้อนี้ และควรสอดแทรกในการสอนทุกครั้ง โดยวิธีการต่างๆ หรือใช้คำถามประเภท ทำไม เพราะเหตุใด จงยกตัวอย่าง จริงหรือไม่ว่า เป็นต้น การฝึกให้นักเรียนได้คิดและให้เหตุผลบ่อยๆ ย่อมจะช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลมีผลของนักเรียน ครูจะต้องให้เวลาในการคิดกับนักเรียนพอสมควร ไม่รีบร้อนตอบคำถามเสียเอง ถ้าเห็นว่านักเรียนยังมองไม่เห็นวิธีการหาคำตอบ

อาจให้ข้อแนะนำเพิ่มเติม ทั้งนี้ก็เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา อีกส่วนหนึ่งที่นับว่าสำคัญตามมาก็คือ การแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีระเบียบชัดเจนและรัดกุมในการทำแบบฝึกหัดจะมีส่วนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมา ครูควรดูแลการใช้ภาษาที่ชัดเจนกะทัดรัด และรัดกุมด้วย

3. รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรประถมศึกษาเป็นเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันเป็นส่วนมาก เช่น เรื่อง การคาดคะเน การประมาณจำนวน การคิดคำนวณเกี่ยวกับเงิน เวลา การวัด ถ้าครูไม่จัดกิจกรรมเพื่อเชื่อมโยงการใช้ความรู้เหล่านั้นในชีวิตประจำวันมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม เช่น การให้แลกเงิน หรือซื้อขายที่มีการทอนเงิน จัดนักเรียนให้วัดความยาว ได้ชั่งน้ำหนัก ในเรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหาร ควรนำโจทย์จากชีวิตประจำวันมาให้ให้นักเรียนได้คิด เพื่อให้ได้เห็นว่าแนวทางในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนรู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ในด้านการปลูกฝังเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นเช่นเดียวกับการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูจึงควรให้ความสนใจด้วยว่ากิจกรรมเหล่านั้นมีผลต่อเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนในทางบวกหรือทางลบ ถ้าจะให้ผลทางลบครูควรหลีกเลี่ยง

4. สามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิด และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และใช้ในชีวิตประจำวัน หลักสูตรประถมศึกษาวิชาคณิตศาสตร์จัดไว้ในกลุ่มทักษะ ซึ่งเป็นกลุ่มที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ แสดงว่าในการเรียนรู้เรื่องต่างๆ หลายๆ เรื่องต้องอาศัยคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับสหกรณ์ต้องใช้ความรู้ทางด้านการคิดคำนวณ ในการเรียนรู้เกี่ยวกับการประดิษฐ์ต้องใช้ความรู้ด้านการวัด เป็นต้น

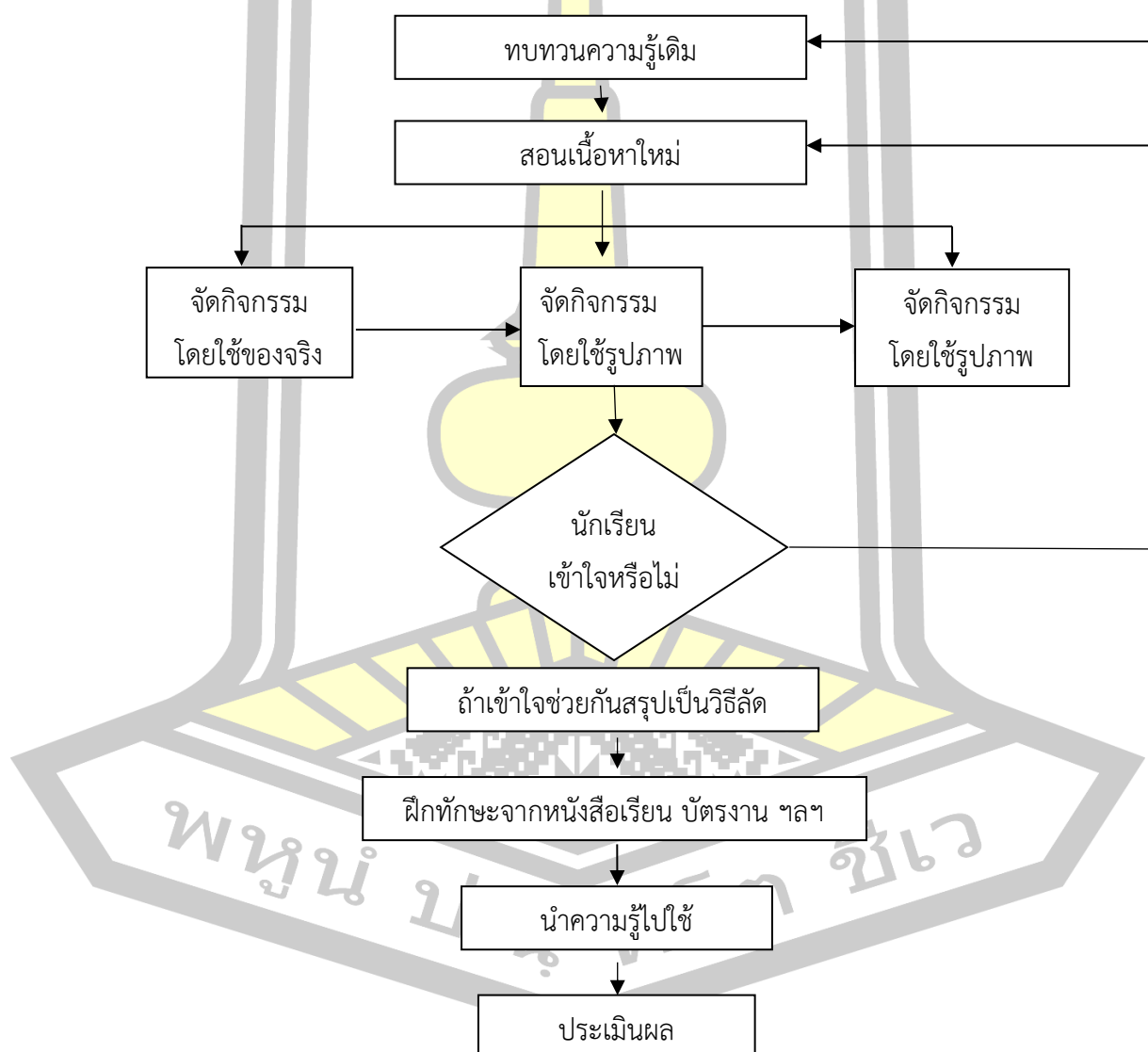
สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) กล่าวว่า แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ลึก หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง องค์ประกอบที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. สถานการณ์ที่เป็นปัญหา
2. กระบวนการแก้ปัญหาหรือวิธีการเรียนรู้
3. สรุปผลการเรียนรู้ที่เป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือแนวทางในการแก้ปัญหา
4. การนำผลการเรียนไปประยุกต์ใช้

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อที่ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา โดยการสอนจากสถานการณ์จริงหรือประสบการณ์ของนักเรียน และควรฝึกทักษะหลังจากมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อเพื่อนทำให้สามารถในการแก้ปัญหาได้และรู้คุณค่าของการเรียนรู้

#### 2.2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2539) การจัดการเรียนการสอนต้องคำนึงถึงขั้นตอนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดลำดับขั้นตอนการสอนไว้ดังนี้



ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2539)

ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากแผนภาพรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเห็นว่าการสอนคณิตศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้

#### 1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

เป็นขั้นตอนเตรียมพร้อมนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนแล้วกับความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกันหรือให้สัมพันธ์กัน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเรื่องที่สนใจ อาจเกิดจากความสงสัยหรือความสนใจของนักเรียน

#### 2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

เป็นขั้นตอนการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ โดยการใช้ของจริง เป็นสิ่งที่เป็นรูปธรรม การใช้รูปภาพ ของจำลอง และสื่อต่างๆ การใช้สัญลักษณ์ โดยหลังจากที่นักเรียนเห็นการใช้ของจริงแล้ว ครูจะอธิบายการใช้สัญลักษณ์แทนสื่อต่างๆ เหล่านั้น ให้ตัวอย่าง สนทนาถามตอบ ทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ ให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ตามวัตถุประสงค์กำหนด

#### 3. ขั้นสรุป

ก่อนสรุป ครูต้องตรวจสอบนักเรียนดูว่าเข้าใจเนื้อหาใหม่ที่สอนหรือไม่ ถ้ายังไม่เข้าใจอาจต้องทบทวนหรือเริ่มสอนใหม่ ถ้านักเรียนเข้าใจดีแล้ว อาจจะแนะเทคนิควิธีคิดต่างๆ และในการสรุปควรให้ผู้เรียนเป็นผู้สรุปองค์ความรู้เอง โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ

#### 4. ขั้นฝึกทักษะ

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุปมาฝึกฝนให้นักเรียนเกิดความชำนาญ คล่องแคล่วมากขึ้นจนกลายเป็นทักษะ โดยเป็นการฝึกฝนจากการทำโจทย์ ทาแบบฝึกหัด หรือใช้เกมส์คณิตศาสตร์มาให้นักเรียนก็ได้

#### 5. ขั้นนำความรู้ไปใช้

เมื่อนักเรียนเข้าใจเนื้อหาแล้ว จะเป็นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาหรือแก้โจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

#### 6. ขั้นประเมินผล

เป็นขั้นตอนการประเมินกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น การใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นแบบอัตนัยและปรนัยว่านักเรียนมีความรู้หรือเข้าใจอย่างไรและมากน้อยเพียงใด บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ต้องสอนเสริม ถ้าได้ก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

กรมวิชาการ (2542) รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีหลายรูปแบบในที่นี้จะ

กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีรูปแบบโครงสร้างและองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม เพื่อนำความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนแล้วเป็นพื้นฐานในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ทั้งเป็นการเชื่อมต่อกับความรู้เดิมและความรู้ใหม่จะทำให้เด็กเกิดความเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่จะสอนใหม่ ควรจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้เนื้อหาใหม่โดยจัดลำดับดังนี้ ให้ประสบการณ์จากของจริง จัดกิจกรรมโดยใช้ภาพ จัดกิจกรรมโดยใช้สัญลักษณ์

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาใหม่หรือไม่ ถ้าไม่แน่ใจต้องทบทวน ถ้าเข้าใจแล้วร่วมกันสรุปเป็นวิธีลัด เพื่อนำไปใช้

ขั้นที่ 4 เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีคำนวณแล้วให้ฝึกทักษะจากหนังสือเรียนหรือใบงาน

ขั้นที่ 5 นำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นเชื่อมโยงตัวเลขให้สัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 6 ประเมินผล เป็นขั้นที่ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่าผ่านตามจุดประสงค์หรือไม่ ถ้าผ่านก็เรียนเนื้อหาต่อไป ถ้าไม่ผ่านก็สอนซ่อมเสริม

กัญญา โพธิ์วัฒน์ (2542) ลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำหนดไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียน กิจกรรมที่จัดนั้นเริ่มจาก

2.1 ใช้ของจริงประกอบการสอน หมายถึง ครูและนักเรียนหาอุปกรณ์ที่เป็นของจริงมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น ก้อนหิน หลอดดูด ฯลฯ เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้วก็ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยวาจา โดยใช้อุปกรณ์ที่เป็นของจริงเป็นเครื่องมือการเรียนรู้

2.2 ใช้ภาพประกอบการสอนในเนื้อหาเดียวกัน ครูเปลี่ยนเครื่องมือการเรียนรู้จากของจริงมาเป็นรูปภาพ เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้วให้ทำแบบฝึกหัดจากรูปภาพ

2.3 ใช้สัญลักษณ์ หลังจากทีนักเรียนได้เรียนรู้จากขั้นใช้ของจริงและรูปภาพประกอบการสอนแล้ว ครูอธิบายสัญลักษณ์ได้แก่ ตัวเลข เครื่องหมาย และอธิบายการใช้ประโยคสัญลักษณ์ ในขั้นนี้อาจใช้บัตรคำ บัตรตัวเลข บัตรเครื่องหมายประกอบการอธิบาย

ขั้นที่ 3 เป็นการสรุปให้เป็นวิธีลัด การนำเสนอการสอนขั้นนี้ ครูควรสร้างแบบให้นักเรียนสังเกต แล้วให้นักเรียนช่วยสรุปเป็นวิธีลัด

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นฝึกทักษะ เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีลัดแล้ว ครูให้นักเรียนฝึกทักษะโดยทำ



แบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือบัตรงาน

ขั้นที่ 5 เป็นการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและใช้ในวิชาอื่น ในขั้นนี้ ครูควรมีความคาดหวังว่า นักเรียนจะต้องมีทักษะในการคิดคำนวณแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความคิดรวบยอดและหลักการในแต่ละเรื่องอย่างถูกต้อง และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตในสังคมได้

ขั้นที่ 6 เป็นขั้นประเมินผล การตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการนำโจทย์ในเรื่องที่สอนมาทดสอบ ถ้าทำไม่ได้ต้องสอนซ่อมเสริมให้ ถ้าทำได้ก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

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

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะเรียนเนื้อหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนรู้เนื้อหาใหม่
2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ โดยเริ่มจาก
  - 2.1 ใช้ของจริง เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริงหรือมีรูปธรรมประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปนำไปสู่นามธรรม
  - 2.2 ใช้รูปภาพ เป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากภาพ หรือเรียกการจัดประสบการณ์ถึงรูปธรรม
  - 2.3 ใช้สัญลักษณ์ เป็นการจัดประสบการณ์ระดับนามธรรม หลังจากผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริงและโดยรูปภาพแล้ว ผู้สอนจะใช้ตัวเลขหรือเครื่องหมายหรือประโยคสัญลักษณ์แทน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างประโยคสัญลักษณ์และข้อความ
3. ขั้นสรุปเป็นวิธีลัด ให้ผู้เรียนสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมแล้วสรุปนำไปสู่วิธีลัด เพื่อสะดวกในการนำไปใช้ต่อไป
4. ขั้นฝึกทักษะ เมื่อผู้เรียนสรุปหลักการได้แล้ว จึงให้ผู้เรียนฝึกทักษะด้วยการทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือแบบฝึกหัดที่ผู้สอนสร้างขึ้น
5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องหรือในสถานการณ์อื่น โดยผู้เรียนทำโจทย์ปัญหาหรือกิจกรรมที่มักพบในชีวิตประจำวัน
6. ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ อาจตรวจสอบจากการทำแบบฝึกหัด จากการอภิปรายจากการซักถาม ถ้าพบว่าผู้เรียนยังมีข้อบกพร่อง ผู้สอนต้องทำการซ่อมเสริมก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป

กระทรวงศึกษาธิการ (2551)การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริม  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มี 6 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน
2. ชั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นการสอนเนื้อหาใหม่ที่ยังไม่เคยเรียนมาก่อน
3. ชั้นสรุป เป็นการสรุปหลักเกณฑ์ แนวคิดการนำไปสู่วิถีชีวิต โดยนักเรียนช่วยกันสรุป โดยครูคอยให้คำชี้แนะ
4. ชั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องฝึกทักษะจากบทเรียน ด้วยวิธีการต่างๆ
5. ชั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนซึ่งนักเรียนทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงที่ประสบอยู่ ทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับสาระอื่นๆ
6. ชั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนซึ่งครูนำเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้มาทดสอบ หากทำไม่ได้ให้จัดซ่อมเสริม และถ้าผ่านการประเมินก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวทางของ สสวท.เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญและไม่ควรละเลย เนื่องจากการตรวจสอบพื้นฐานความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ โดยนักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้คำนึงถึงความเหมาะสมต่อสถานการณ์ปัญหาในทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ชั้นทบทวนความรู้เดิม  
เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่ โดยยกสถานการณ์ปัญหาให้ตัวอย่าง สนทนาถามตอบ ในสิ่งที่เรียนแล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเตรียมพร้อมในการเรียนในชั่วโมง
2. ชั้นสอนเนื้อหาใหม่  
เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหา การจัดประสบการณ์ต่างๆ ผ่านการใช้สื่อ ให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และการแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในหลายรูปแบบ โดยครูนำเอาโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้นักเรียน
3. ชั้นสรุป  
นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอรูปแบบการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเหตุผลที่เลือกทำวิธีดังกล่าวของกลุ่มตัวเอง และครูร่วมกับนักเรียนสรุปทั้งหมดอีกครั้ง
4. ชั้นฝึกทักษะ

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีบทที่ได้จากชั้นสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุป นำมาใช้เกิดความชำนาญ คล่องแคล่วมากขึ้นจนกลายเป็นทักษะ โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะทำาย เรื่องในบทเรียนโดยตรง และโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากตัวอย่างที่ให้

#### 5. ชี้นำความรู้ไปใช้

เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ในขั้นนี้จะนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และใช้ในวิชาอื่น และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้ถูกต้อง โดยการให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาหรือแก้ โจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

#### 6. ชั้นประเมินผล

เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการใช้แบบฝึกทักษะ หรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอน และ ประเมินแบบสังเกต

### 2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

#### 2.3.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าได้มีผู้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้ ครูลิค และ รุดนิค (Krulik, S. & Rudnick, 1993) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทาง คณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา และคำตอบจะต้องเกี่ยวกับปริมาณ ในปัญหานั้น ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ระบุวิธีการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน แต่ผู้แก้ปัญหาจะต้องค้นคว้า หาวิธีการเพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้นๆ ที่ต้องการ

อดัมส์ เอลลิส และปีสัน (Adums, 1997) ได้กล่าวถึง ความหมายของปัญหาว่า ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่งปัญหานั้น ไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหามองค้นหาวินิจฉัย ได้ ในการหาคำตอบของปัญหา นั่นคือ การได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา จะได้จากการพิจารณาว่าจะต้อง ทำอะไร

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอยู่ในจำนวนหรือคำอธิบายให้ เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้และอุปกรณ์หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา

สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีตอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2546) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการหรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการตัดสินใจ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

1. สถานการณ์ของปัญหาและความยากง่ายอย่างเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
2. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในการพิจารณาแก้ปัญหาได้
3. ข้อมูลที่มีความทันสมัยและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
4. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน รัดกุมและเข้าใจง่าย
5. หาคำตอบได้หลายวิธีและอาจแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเขียนแผนภาพ การจัดทำตาราง หรือการสร้างสมการ
6. มีความท้าทายต่อความสามารถและช่วยกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่าความหมายปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการหรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการตัดสินใจ

### 2.3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya.G., 1980) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิถีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไปหาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่เพื่อจะได้ข้อลงเอยหรือคำตอบที่มีความหมายที่ชัดเจนแต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ได้กล่าวถึงความหมาย ของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหา คือ การทำงานซึ่งยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบนักเรียนจะต้องใช้ประโยชน์จากความรู้ที่มีอยู่เหล่านั้นเพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องฝึกฝนบ่อยๆ เพื่อที่จะพัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบแต่อยู่ที่วิธีการได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนควรได้ฝึกฝน ได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มี

การสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหาออกมาด้วย ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนอนุบาลถึงเกรด 12 ดังนี้

1. สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากปัญหาต่างๆ ได้
2. การแก้ปัญหานั้นได้เกิดขึ้นในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่นๆ
3. ประยุกต์และดัดแปลงยุทธวิธีอย่างหลากหลายในการแก้ปัญหาได้
4. ควบคุมและพิจารณาบนกระบวนการการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็ต้องใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการ วิธีการ หรือเทคนิคต่างๆที่ผู้แก้ปัญหาคือต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์และทักษะพื้นฐานที่มีอยู่นำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหารวมไปถึงกระบวนการทั้งหมดซึ่งไม่ใช่แค่ผลลัพธ์สุดท้าย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหา

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาคือต้องใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการและประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

### 2.3.3 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

จากความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ข้างต้น ได้มีผู้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

#### 1. พิจารณาตามจุดประสงค์ของปัญหา

โพลยา (Polya.G., 1985) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้และเงื่อนไข
2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมมุติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

## 2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา

เรย์ ชุยดำ และลินควิสต์ (Rays, Susdam and Linquist, 1995) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine Problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามustประมวลความรู้ ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

## 3. พิจารณาตามลักษณะของปัญหา

แฮทฟิลด์ เอ็ดเวิร์ด และบิทเทอร์ (Hartsfield, 1993) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปลายเปิด (Open – Ended) เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ไขปัญหาคือสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

1. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นตอนสุดท้ายของการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีวิธีการแก้ได้หลากหลายวิธี

2. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided discovery) เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะ (Clues) และคำชี้แจงในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนอาจไม่ต้องค้นหาหรือไม่ต้องกังวลในการหาคำตอบ

## 4. พิจารณาตามเป้าหมายของการฝึก

ชาร์ลส์และเลสเตอร์ (Charles, R. & Lester, 1982) ได้พิจารณาแบ่งประเภทของปัญหาและเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหาแต่ละประเภทดังนี้

1. ปัญหาที่ฝึก (Drill Exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธีและการคำนวณเบื้องต้น

2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple Translation problem) เป็นปัญหาที่เคยพบ เช่น ปัญหาในห้องเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนแปลงประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้เข้าใจมนต์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดคำนวณ

3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex Translation problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่าย แต่เพิ่มปัญหาที่มีสองขั้นตอนหรือมากกว่าสองขั้นตอน หรือมากกว่าสองการดำเนินการ

4. ปัญหาเป็นกระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้นหรือแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

5. ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้โมโนมิติและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวมและการแทนข้อมูลและต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ โมโนมิติและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะให้นักเรียนเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

6. ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่มไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) ได้กล่าวถึงประเภทของปัญหาซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. การแบ่งประเภทของปัญหาโดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ดังนี้

1.1 ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่ใช้ค้นพบคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือให้หาวิธีการ คำอธิบาย การให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ

2. การแบ่งประเภทของปัญหาโดยพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา และความซับซ้อนของปัญหา ดังนี้

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างมาซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองประมวลความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2539) ได้แบ่งประเภทของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1. ปัญหาให้ค้นหา มีส่วนสำคัญคือ สิ่งที่ต้องการหา และสิ่งที่กำหนดให้เงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหา กับสิ่งที่กำหนดให้

1.2. ปัญหาให้พิสูจน์ มีส่วนสำคัญคือ สิ่งที่กำหนดให้หรือสมมติฐาน และสิ่งที่ต้องพิสูจน์หรือผลสรุป

2. ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากผู้แก้ปัญหาและโครงสร้างของปัญหา แบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

2.1 ปัญหาธรรมดา ปัญหาที่คุ้นเคยหรือที่นำมาเป็นแบบฝึกหัด

2.2 ปัญหาที่ไม่ธรรมดา คือ ปัญหาที่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองต้องใช้ความรู้

ประสบการณ์ตลอดจนความสามารถประมวลเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้คำตอบการค้นคว้าเอกสารดังกล่าว สรุปได้ว่าประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ได้แก่ ปัญหาค้นพบ และปัญหาให้

พิสูจน์

2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา ได้แก่ ปัญหาธรรมดา และปัญหาไม่ธรรมดา

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าประเภทของปัญหาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ปัญหาที่พิจารณาตามวัตถุประสงค์ เป็นการให้วิธีการ คำอธิบาย และพิสูจน์ข้อเท็จจริง ส่วนปัญหาที่พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนผู้แก้ปัญหามองต้องใช้ความสามารถหลายด้าน

2.3.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya.G., 1973) กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา สิ่งแรกที่ต้องทำความเข้าใจ คือ สัญลักษณ์ต่างๆ ในปัญหา นักเรียนจะต้องสรุปปัญหาในภาษาของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาถามหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่ให้มา อะไรคือเงื่อนไข และถ้าจำเป็นต้องใช้ช้กับข้อมูลต่างๆ เขาควรจะเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสมได้นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจ ช้แล้วช้ีอีกและหลายๆ แ่งมุมจนกระทั่งสามารถสรุปออกมาได้

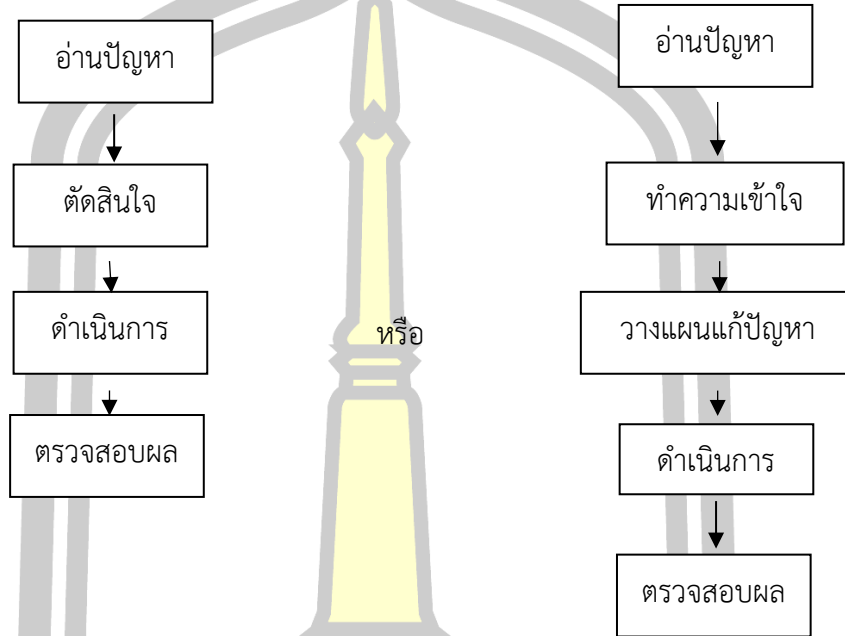
2. การวางแผนการแก้ปัญหาว นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ในปัญหาให้ชัดเจนเสียก่อน สิ่งที่ต้องการหาความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ให้มาอย่างไร ซึ่งสัมพันธ์กับปัญหาวนั้นบ้าง เทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการวางแผนนั้นควรจะแบ่งเป็นขั้นๆ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ และในขั้นตอนใหญ่แต่ละขั้นก็จะแบ่งออกเป็นขั้นตอนเล็กๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ในขั้นนั้นนักเรียนต้องมองเห็นว่า ถ้าเขาต้องการสิ่งหนึ่งเขาจะต้องใช้เหตุผลหรือข้ออ้างอะไรเพื่อที่จะให้ได้สิ่งนั้นตามที่ต้องการ

3. การดำเนินการตามแผน นักเรียนลงมือทำการคิดคำนวณตามแผนการที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งนี้นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้ คือทักษะการคำนวณ การรู้จักเลือกวิธีคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

4. การตรวจสอบ การตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและสำรวจดูผล ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหาว นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ของเขา และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวเข้าด้วยกัน เพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น



การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยาเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวาง หนังสือเรียน แบบฝึกหัด และตำราต่างๆ เกี่ยวกับการแก้ปัญหาหมักเน้นการแก้ปัญหาเป็นขั้นๆ และใช้กรอบของการแก้ปัญหาเป็นแนวเส้นตรง ดังภาพประกอบ 5



ที่มา : Rungfa Janjaruporn (2005)

ภาพประกอบ 2 แบบจำลองของการแก้ปัญหาในแนวเส้นตรง

กานเย่ (Gagné, 1985) กล่าวถึงสาระสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) หมายถึง ความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอดและหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทักษะทางปัญญาคือความรู้ที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาก่อน
2. ลักษณะของปัญหา (Problem Schemata) หมายถึง ข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการกับสิ่งที่กำหนดให้ได้ ข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ คำศัพท์และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่างๆ
3. การวางแผนหาคำตอบ (Planning Strategies) หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญาลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนหาคำตอบเป็นกลวิธีการคิด (Cognitive Strategies) อย่างหนึ่ง
4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating answer) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบย้อน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาลงตลอดกระบวนการ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537)กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ตั้งของปัญหา พิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรบ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีต่างๆช่วย เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง
2. ขั้นวางแผน จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด จะแก้อย่างไร และเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหา พิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหา ตลอดจนการผสมผสานกับประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหาเอง
3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วจึงลงมือปฏิบัติได้คำตอบ
4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่แก้ปัญหามองย้อนกลับไปที่ย้อนก่อนหน้าเพื่อพิจารณาความรู้ของคำตอบ มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหา เป็นการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากวิธีการแก้ปัญหา

ชัยศักดิ์ ลีลาจรสกุล (2539)กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้น ดังต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ระบุสิ่งที่ต้องการ ระบุข้อมูลที่กำหนดให้ และระบุเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดให้
2. วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ ระบุปัญหาย่อย และการเลือกใช้ทฤษฎีที่เหมาะสม ได้แก่ การสังเกต กระบวนการหรือรูปแบบการคิดจากปลายเหตุย้อนสู่ต้นเหตุ การเดาและทดสอบ การทดลองและสร้างสถานการณ์จำลอง การลดความซับซ้อนของปัญหา การแบ่งปัญหออกเป็นส่วนย่อยๆ การใช้วิธีอนุมานทางตรรกวิทยา และการรายงานแจกแจงสมาชิกทั้งหมด
3. ดำเนินการตามแผน ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการตามวิธีที่เลือกเพื่อแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่าวิธีการที่เลือกได้หรือไม่ และสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมเงื่อนไขหรือข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่ได้หรือไม่

กรมวิชาการ (2549) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาได้ ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการทำความเข้าใจว่าต้องการรู้อะไร มีข้อมูลใดบ้างที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยวิธีคิด การเขียนรายการ การเขียนภาพ การสร้างตาราง การคิดย้อนหลัง และวิธีอื่นๆ

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาวางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ ประกอบด้วยวิธีคิด การเขียนรูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ สร้างตาราง เขียนแบบแผน ลำดับขั้นตอนการคิด และวิธีอื่นๆ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นปฏิบัติตามแผนโดยใช้ทักษะที่เคยเรียนรู้มา ประกอบด้วยวิธีคิด การแสดงวิธีทำการคิดคำนวณ และวิธีอื่นๆ

ขั้นที่ 4 การตรวจคำตอบ เป็นขั้นนี้ต้องพิจารณาว่า ได้แก้ปัญหาเรียบร้อยแล้วครบถ้วนหรือไม่ ประกอบด้วยวิธีคิด การคิดย้อนใหม่ตั้งแต่ต้น และวิธีอื่นๆ

ทิสนา เขมมณี (2550)กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. การสังเกต ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุปและตระหนักในปัญหานั้น
2. การวิเคราะห์ ให้ผู้เรียนได้อภิปราย หรือแสดงความคิดเห็น เพื่อแยกแยะประเด็นปัญหา สภาพ สาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหา
3. สร้างทางเลือก ให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งอาจมีการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกลุ่ม และควรมีการกำหนดหน้าที่ในการทำงานให้แก่ผู้เรียน
4. เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึก การปฏิบัติงานเพื่อรายงาน และตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก
5. สรุป ผู้เรียนสรุปความด้วยตนเองซึ่งอาจทำในรูปของรายงานจากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์และวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้และการตรวจสอบ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหา

จากการศึกษาค้นคว้ามาพอสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การดำเนินการของนักเรียนในการใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการหาวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบและข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล และสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาของโพยาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการทำความเข้าใจว่าต้องการรู้อะไร มีข้อมูลอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาวางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ

คำตอบ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นปฏิบัติตามแผนโดยใช้ทักษะที่เคยเรียนรู้มา ประกอบด้วยวิธีคิด การแสดงวิธีทำการคิดคำนวณ และวิธีอื่นๆ

ขั้นที่ 4 การตรวจคำตอบ เป็นขั้นนี้ต้องพิจารณาว่า ได้แก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว

### 2.3.5 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวความคิดของโพลยา

จรรยา จิยโชค (2531) กล่าวถึงกระบวนการแก้ไขปัญหามาแนวความคิดของโพลยา ว่าเป็นกระบวนการแก้ไขปัญหาที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่อง โจทย์ปัญหาได้มีผู้นำไปใช้ในหลาย ๆ ที่มี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหา
2. ปฏิบัติการเชื่อมโยงจัดความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่รู้แล้วกับสิ่งที่ไม่รู้ในโจทย์เข้าด้วยกันรวมทั้งวางแผนแก้ปัญห
3. ดำเนินการแก้ปัญหตามแผน
4. ตรวจสอบคำตอบ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญห 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจเป็นการมองไปที่สาระของตัวปัญหา โดยพยายามเข้าใจปัญหาต้องการทำอะไรชัดเจนหรือไม่ มีข้อตกลงอะไรอยู่เบื้องหลังบ้างมีคำศัพท์เฉพาะที่ต้องแปลความหมายหรือไม่ มีข้อมูลอะไรบ้างเกี่ยวข้องข้อมูลที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร หากเกิดความกำกวมหรือสับสนควรใช้การเขียนสรุปหรือเขียนปัญหาที่กำหนดให้ใหม่ด้วยถ้อยคำของผู้แก้ปัญหเองก็จะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหดียิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ต้องหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา ถ้าไม่สามารถแก้ปัญหได้ควรหาวิธีการวางแผนว่าเป็นโจทย์ปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่ รู้จักกลยุทธ์ที่จะใช้แก้หรือไม่ ถ้าไม่สามารถแก้ปัญหได้ทันทีก็ควรพยายามแก้ปัญหบางส่วนที่สัมพันธ์กันก่อนแล้วจึงหาสิ่งที่ไม่ทราบค่าอื่น ๆ ถัดไป ในขั้นวางแผนนี้ผู้แก้ปัญหต้องใช้ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ผสมผสานกันมากำหนดเป็นวิธีการซึ่งต้องพิจารณาว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหแบบใดให้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหานั้น ๆ เนื่องจากโจทย์ปัญหาบางอย่างอาจจะเลือกใช้กลยุทธ์วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีด้วยกันได้ เช่น เตาและตรวจสอบเขียนภาพแผนภูมิสร้างตาราง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผนเป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนโดยการดำเนินการตามกลยุทธ์ที่เลือก คิดคำนวณจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแก้ปัญหไม่สำเร็จตามแผนที่วางไว้ผู้แก้ปัญหต้องค้นหาสาเหตุแล้วใช้ประโยชน์จากความผิดพลาดครั้งแรกๆ ในการแก้ปัญหครั้งใหม่

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตรวจสอบเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหต้องมองย้อนกลับไปขั้นตอนที่ต่าง ๆ ของกระบวนการแก้ปัญหว่ามีคุณสมบัติถูกต้องเพียงใด เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นและ

ขยายวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ให้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม

สุจินดา พุทธานู (2544) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด 4 ขั้นตอนของ โพลยา ไว้ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) ในขั้นนี้ผู้เรียนได้ทักษะการจับใจความ ควรตีความ และการแปลความ และบอกได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้มีทั้งหมดกี่ตอน อะไรบ้างและสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

2. การวางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) ขั้นนี้ครูควรนำปัญหาทางคณิตศาสตร์ ลักษณะต่าง ๆ ให้นักเรียนฝึกการเรียนรู้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาย่างหลากหลาย เพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการวางแผนแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ เนื่องจากปัญหาทางคณิตศาสตร์บางอย่างอาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างก็ได้ตามความเหมาะสม สำหรับยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีหลายวิธีด้วยกันเช่น

วิธีที่ 1 จำลองสถานการณ์หรือใช้ของจริงหรือของจำลอง

วิธีที่ 2 เขียนแผนภาพหรือภาพ

วิธีที่ 3 เดาและตรวจคำตอบ

วิธีที่ 4 จดรายการที่ได้ลองคิดไว้

วิธีที่ 5 จัดทำตารางหรือแผนภูมิ

วิธีที่ 6 เขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์

วิธีที่ 7 ค้นหารูปแบบหรือความสัมพันธ์

วิธีที่ 8 นำไปสัมพันธ์กับปัญหาที่คล้ายกัน

วิธีที่ 9 คิดถอยหลัง

วิธีที่ 10 ใช้เหตุผล

3. การปฏิบัติตามแผน (Carrying out the plan) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจปัญหา และวางแผนการแก้ปัญหาแล้วขั้นต่อไปก็ลงมือปฏิบัติตามแผนโดยการคำนวณหาคำตอบ และแสดงวิธีทำดังนี้

แผนที่ 1 ในการคำนวณหาคำตอบนักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะการคิดคำนวณ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง การแก้สมการ เป็นต้น

แผนที่ 2 ในการแสดงวิธีทำก็เช่นเดียวกันนักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการย่อความและสรุปความจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพื่อนำมาเขียนข้อความแสดงวิธีทำ

4. การตรวจสอบ (Looking back) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนส่วนใหญ่มักจะมองข้ามความสำคัญ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนที่เป็นอยู่ในปัจจุบันมักจะเห็นความสำคัญของ

คำตอบที่ถูกต้องมากกว่าจะคำนึงถึงกระบวนการคิดหาวิธีทำที่ถูกต้อง จึงมีแนวโน้มนับว่าครูจะหยุดสอน

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาตามแนวความคิดของโพลยา มี 4 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และการตรวจสอบคำตอบ

### 2.3.6 การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดซึ่งผู้สอนต้องสร้างแบบวัดหรือแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ลักษณะของข้อสอบจะต้องประยุกต์ความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงรูปแบบการวัดและประเมินผล ดังนี้

โพลยา (Polya.G., 1973) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียด ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา	พฤติกรรมชีวิตความสามารถ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	หลังจากอ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไร และข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	ให้เงื่อนไขความจริงในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	สามารถสร้างตาราง เขียนไดอะแกรม เขียนสมการ หรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ
ขั้นตรวจสอบคำตอบ	พิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมายของคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้เสนอแนวคิด การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าให้พิจารณาจากรายการประเมิน 4 ประเด็น คือ (1) ความเข้าใจปัญหา (2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา (3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา (4) การสรุปคำตอบ ทั้งนี้กำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมที่พิจารณาขั้นตอน

การแก้ปัญหาของผู้เรียนในภาพรวม โดยกำหนดระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน</li> <li>- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน</li> <li>- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์</li> </ul>
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน</li> <li>- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับปัญหานำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน</li> <li>- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์</li> </ul>
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง</li> <li>- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน</li> <li>- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน</li> </ul>
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง</li> <li>- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา</li> <li>- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง</li> </ul>

การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละครั้งผู้ประเมินอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของการแก้ปัญหาดังกล่าวได้ตามความสำคัญของปัญหา และจะต้องนำผลการประเมินที่ได้แต่ละครั้งมาพิจารณา เพื่อสรุปผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยอาจใช้ค่าร้อยละของคะแนนรวมที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ใช้สรุปผลการประเมิน

ในกรณีที่ผู้ประเมินต้องการตรวจสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนใน ประเด็นย่อยตามกระบวนการแก้ปัญหา อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยที่มีการ กำหนดระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นย่อยเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ดังตารางที่ 3

ตาราง 3 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจ ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอน ได้อย่างชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่ การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายัง ไม่ชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์ - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุป คำตอบไม่ครบถ้วน - ไม่มีการสรุปคำตอบหรือสรุปคำตอบไม่ ถูกต้อง



สิริพร ทิพย์คง (2544) ได้เสนอเกณฑ์แนวทางการประเมินการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา
  - 2 หมายถึง สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
  - 1 หมายถึง สำหรับความเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง
  - 0 หมายถึง เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา
  - 2 หมายถึง สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
  - 1 หมายถึง สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
  - 0 หมายถึง สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา
  - 2 หมายถึง สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
  - 1 หมายถึง สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง
  - 0 หมายถึง สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
4. การตอบ
  - 2 หมายถึง สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์
  - 1 หมายถึง สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
  - 0 หมายถึง เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

จากการศึกษาค้นคว้าแนวทางการวัดการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้อ้างอิงการวัดความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ จากสิริพร ทิพย์คง (2544) เนื่องจากการจัดระดับคุณภาพของคะแนนแยกไว้อย่างชัดเจน และเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนนสามารถให้ได้อย่างถูกต้องและครอบคลุม ดังตารางที่ 4

ตาราง 4 เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	2 ( ดี )	-สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	1 ( พอใช้ )	-สำหรับความเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง
	0 ( ปรับปรุง )	-เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจผิด

ตารางที่ 4 เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
2. การวางแผนแก้ปัญหา	2 ( ดี ) 1 ( พอใช้ ) 0 ( ปรับปรุง )	- สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง - สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง - สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาได้
3. ดำเนินการตามแผน	2 ( ดี ) 1 ( พอใช้ ) 0 ( ปรับปรุง )	- สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องทั้งหมด - สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหา บางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง - สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถดำเนินการตามขั้นตอนได้
4. การตรวจคำตอบ	2 ( ดี ) 1 ( พอใช้ ) 0 ( ปรับปรุง )	- สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์ - สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด - สำหรับไม่ได้ระบุคำตอบหรือตอบผิดทั้งหมด

#### 2.4. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

##### 2.4.1 ความหมายของการแผนการจัดการเรียนรู้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2540) ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ว่าแผนการ

จัดการเรียนรู้ หมายถึงลำดับขั้นตอนและกิจกรรมทั้งหมดของผู้สอนและผู้เรียน ที่ผู้สอนกำหนดไว้เป็นแนวทางในการจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมไปตามวัตถุประสงค์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2543)ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ว่า หมายถึง การวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละครั้งโดยกำหนดสาระสำคัญ จุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอนสื่อตลอดจนการวัดผลและการประเมินผล

กรมวิชาการ (2545)ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ คือ ผลของการเตรียมการวางแผนการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบโดยนำสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา และกระบวนการเรียนรู้ โดยเขียนเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามศักยภาพของผู้เรียน

ชวลิต ชูกำพวง (2551) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นลายลักษณ์อักษรของครูผู้สอนเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง โดยใช้สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอนให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหา เวลา เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นอย่างเต็มศักยภาพ

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ ความหมายการวางแผนการจัดการเรียนรู้เป็นการจัดวางโปรแกรมการสอนทั้งหมดไว้ล่วงหน้า เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนได้จัดดำเนินการเรียนการสอนให้เป็นอย่างเต็มศักยภาพตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่วางไว้ โดยกำหนดสาระสำคัญ จุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอนสื่อตลอดจนการวัดผลและการประเมินผล

#### 2.4.2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

วัฒนาพร ระวังบุทช์ (2452) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการสอนดังนี้

1. ก่อให้เกิดการวางแผนและการเตรียมการล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิควิธีการสอนการเรียนรู้ สื่อเทคโนโลยีและจิตวิทยาการเรียนการสอนมาผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมด้านต่างๆ

2. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการจัดการเรียนการสอน สื่อเทคโนโลยีและจิตวิทยาการเรียนการสอนมาผสมผสานประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมด้านต่างๆ

3. เป็นคู่มือการสอนสำหรับครูผู้สอนและครูที่สอนแทน นำไปใช้ปฏิบัติการสอนอย่างมั่นใจ

4. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน และการวัดประเมินผลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

5. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็น

ผลงานทางวิชาการ

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550) ได้อธิบายว่าความสำคัญของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีการสอนวิธีเรียนที่มีความหมายยิ่งขึ้น เพราะเป็นการจัดทำอย่างมีหลักการที่ถูกต้อง

2. ช่วยให้ครูมีคู่มือการสอนที่ทำด้วยตนเองทำให้เกิดความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน ทำให้สอนได้ครบถ้วนตรงตามหลักสูตรและสอนได้ทันเวลา

3. เป็นผลงานวิชาการที่สามารถเผยแพร่เป็นแบบอย่างได้

4. ช่วยให้ความสะดวกแก่ครูผู้มาสอนแทนในกรณีที่ผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนได้

กนกกาญจน์ ศรีตะวัน (2554) ได้กล่าวไว้ว่า แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เป็นงานสำคัญของครูที่จะนำนักเรียนไปสู่จุดหมายที่กำหนด เพราะความแตกต่างของผู้เรียนและสภาพแวดล้อมจึงต้องเลือกใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพของแต่ละบุคคล

จากข้อความข้างต้นได้สรุปความสำคัญของการแผนการจัดการเรียนรู้ทำให้ครูผู้สอนวางแผนในการจัดการเรียนว่าจะดำเนินการสอนอย่างไรแล้วมีขั้นตอนอย่างไรเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

#### 2.4. องค์ประกอบของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง (2545) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. หัวเรื่อง
2. สาระสำคัญ
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. เนื้อหาสาระ
5. กิจกรรมการเรียนรู้
6. สื่อการเรียนรู้
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. วิชา หน่วยที่สอน สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด) ของเรื่อง
2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. เนื้อหา
4. กิจกรรมการเรียนการสอน

5. สื่อการเรียนการสอน

6. การวัดและประเมินผล

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กล่าวไว้ว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
มีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้

2. ตัวชี้วัด

3. สาระสำคัญ

4. สาระการเรียนรู้ / ความรู้ / ทักษะกระบวนการ / คุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. กิจกรรมการเรียนรู้

6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย เป้าหมายของตัวชี้วัด หลักฐาน

การเรียนรู้ วิธีวัด เครื่องมือวัด คุณลักษณะที่พึงประสงค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวไว้ว่า แผนการ  
จัดกิจกรรมการเรียนรู้อิงมาตรฐาน ควรมีองค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. ชื่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ภายใต้หน่วยการเรียนรู้

2. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ ที่นำมาจัดทำในแต่ละแผนการ  
จัดกิจกรรมการเรียนรู้

3. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด

4. จุดประสงค์การเรียนรู้ (ด้านความรู้ ด้านทักษะและกระบวนการ และ  
ด้านคุณลักษณะ)

5. สาระการเรียนรู้

6. การวัดและประเมินผลอาจเป็นการประเมินแบบฝึกหัด แบบทดสอบย่อย ชิ้นงาน  
ภาระงานของนักเรียน โดยมีเกณฑ์การประเมินที่เหมาะสม ชัดเจน และเป็นปรนัย ครอบคลุม  
ทุกมาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นำพาให้ผู้เรียนเกิดคุณภาพได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

8. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

9. บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

จากการศึกษาองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้สรุปได้ว่า แผนการจัดกิจกรรมการ  
เรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ คือ

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้

2. สาระสำคัญ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. สาระการเรียนรู้
5. กิจกรรมการเรียนรู้
6. การวัดผลประเมินผล
7. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้
8. บันทึกหลังการเรียนการสอน

## 2.5 การหาประสิทธิภาพการเรียนรู้

### 2.5.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สุพัฒนา คุ่มพงษ์ (2546) กล่าวว่า เกณฑ์มาตรฐานตามเกณฑ์ 70/70 หมายถึง ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในแต่ละชุดเพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มตัวอย่างใช้เรียน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 70/70

70 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้จากการประเมินทักษะ การเรียนท้ายแผนและการประเมินพฤติกรรมการเรียนระหว่างเรียนและคิดเป็นร้อยละ 70 ขึ้นไป (E1) โดยใช้สัดส่วน 60 : 40

70 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้จากแบบประเมิน ทักษะการเขียนคณิตศาสตร์หลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 70 ขึ้นไป (E2)

ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจโดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียน ทั้งหมดนั้น คือ E1/E2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์กำหนด E1/E2 ให้ มีค่าเท่าไรนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามพอใจโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 75/75, 80/80, หรือ 85/85 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตนาที่ตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 70/70 แต่ อย่งไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำเพราะตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็ได้ผลเท่านั้น

สมบัติ กาญจนารักพงศ์ (2548) กล่าวว่า ในการตั้งเกณฑ์ที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพ ของนวัตกรรมนั้นนิยมตั้งเกณฑ์ดังนี้

1. รายวิชาที่เป็นวิชาปฏิบัติ นิยมตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) = 75/75
2. รายวิชาที่เป็นวิชาทฤษฎี นิยมตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) = 80/80

ชวลิต ชูกำแหง (2553) กล่าวว่า การวิจัยทางหลักสูตรและการสอนนักวิจัยจะใช้การจัดการเรียนรู้เป็นนวัตกรรมเป็นเครื่องมือในการวิจัยซึ่งต้องหาคุณภาพของนวัตกรรมที่ใช้ นิยามหาค่าประสิทธิภาพของ (E1/E2) (ซึ่งไม่ใช่ค่าสถิติ) เป็นขั้นตอนการทำงานทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้แล้วสามารถหาประสิทธิภาพของสื่อ (E1/E2) ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างด้วยรายละเอียดดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าการจัดการเรียนรู้ชั้นสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือไม่ภายในกิจกรรมที่กำหนดให้โดยมีการเก็บข้อมูลของผลการเรียนรู้ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการและความงอกงามของผู้เรียนได้ โดยทั่วไปมักจะคำนวณจากคะแนนที่ได้ จากการทำแบบทดสอบย่อยหรือคะแนนจากพฤติกรรมการเรียนหรือคะแนนกิจกรรมเข้ากลุ่ม (ไม่ใช่คะแนนการทำแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทักษะ) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $\sum x_i$  แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วนที่นักเรียนทุกคนทำได้  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด  
 $A$  แทน คะแนนเต็มของทั้งหมด

2. ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นส่งผลให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลได้หรือไม่บรรลุวัตถุประสงค์หรือไปตามที่กำหนดไว้ในการจัดกิจกรรมเรียนรู้น้อยเพียงใดซึ่งคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทดสอบหลังเรียน) ของผู้เรียนทุกคนซึ่งคำนวณได้ จากสูตร

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

เมื่อ  $E_2$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $\sum y_i$  แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นักเรียนทุกคนทำได้  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด  
 $B$  แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การหาค่าประสิทธิภาพจะต้องมีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณาโดยเกณฑ์

ดังกล่าวนิยมใช้หลักการเรียนแบบรอบรู้คือตั้งเกณฑ์ไว้ที่ร้อยละ 70 และยอมรับข้อผิดพลาดได้ไม่เกิน ร้อยละ 2.5 ดังนั้นต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า  $70 - 2.5 = 67.5$  ส่วนการกำหนดเกณฑ์ความผิดพลาดที่ยอมรับได้คือไม่ควรเกินร้อยละ 5 นอกจากนี้ยังพิจารณาจากหลายปัจจัยเช่น ประเภทสื่อ นวัตกรรมสติปัญญาของกลุ่มผู้เรียนและวุฒิภาวะของผู้เรียนเป็นต้น โดยทั่วไปนวัตกรรมที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะมักจะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพต่ำกว่าการพัฒนาความรู้ ทั้งนี้การพัฒนาทักษะต้องใช้เวลามากกว่า เช่น นวัตกรรมที่เน้นการพัฒนาความรู้อาจกำหนด E1/E2 เท่ากับ 80/80 ส่วน นวัตกรรมที่เน้นการพัฒนาทักษะต่างๆ อาจกำหนด E1/E2 ที่ 70/70 เป็นต้น

จากประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ดังกล่าว พอสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของนวัตกรรม สอนที่เน้นการพัฒนาทักษะต่างๆ ซึ่งกำหนด E1/E2 ที่ 70/70 นั้น หมายถึง

- 70 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1)
- 70 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลโดยรวม (E2)

## 2.6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.6.1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิลสัน (Wilson, 1993) ได้นำเอาการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาตามแนวคิดของบลูม (Bloom) และคณะมาแบ่งพฤติกรรมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทางด้านพุทธร พิสัย (Cognitive Domain) ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้และความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณ ได้แก่ ความรู้ ความจำแบบง่าย ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว พฤติกรรมระดับนี้ แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specifics) หมายถึง การถาม เพื่อจะวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปแบบหรือแบบเดียวกับที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว นอกจากนี้ยังรวมถึงความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนต้องนำมาใช้เสมอ

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) หมายถึง ความสามารถบอกความหมายคำศัพท์ คำนิยามต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry out Algorithms) หมายถึง ความสามารถนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาดำเนินการตามกระบวนการของการคิดคำนวณในแบบที่ได้เคยเรียนมาแล้ว ในขั้นนี้มิได้มุ่งหมายให้นักเรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณแบบใหม่ด้วยตนเอง



2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้ว มาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ การวัด พฤติกรรมด้านนี้ แบ่งเป็น 6 ชั้น คือ

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) หมายถึง ความสามารถในการสรุป ความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาที่เรียนมาสัมพันธ์กัน โดยการนำมาสรุป ความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่งหรืออาจจะกล่าวได้ว่า มโนคติเป็นเซตของสิ่งที่เกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules and Generalization) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติกับตัวปัญหาซึ่งนักเรียนควรจะรู้หลังจากที่เรียนเรื่องนั้นจบไปแล้ว คำถามในระดับนี้บางครั้งอาจเป็นการวัดพฤติกรรมในชั้นการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบย่อยของข้อความทางด้านคณิตศาสตร์ตามลักษณะที่มุ่งหวัง ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์ และนิยามในคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปสู่อีกแบบหนึ่ง (Ability of Transform Problem Elements Form One Mode to Another) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนข้อความเป็นสัญลักษณ์หรือสมการ ในขั้นนี้มิได้รวมถึงการคิดคำนวณคำตอบจากสมการนั้น

2.5 ความสามารถในการดำเนินการตามเหตุผล (Ability of Follow a Line of Reasoning) คณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในรูปการอนุมาน ดังนั้น การที่จะเข้าใจบทความหรือผลงานทางคณิตศาสตร์ จึงต้องอาศัยความสามารถในการดำเนินตามแนวเหตุผลขณะที่อ่าน

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Mathematics Problem) หมายถึง ความสามารถในการอ่าน และตีความจากโจทย์ ความสามารถระดับนี้รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟ หรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปล สมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว ไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้จะต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่อยู่ในแบบฝึกหัด หรือเคยทำมาแล้ว การวัดพฤติกรรมในระดับนี้ แบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหารoutine (Ability to Solve Routine Problem) ปัญหารoutine หมายถึง ปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน โดยที่นักเรียนจะต้อง จัดรูปของพฤติกรรมขั้นความเข้าใจและการใช้กระบวนการเพื่อที่จะแก้ปัญหา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Comparison) หมายถึง การถามที่คาดหวังให้นักเรียนนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องของต่าง ๆ เช่น มโนคติ กฎ ศัพท์ นิยามของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบความสัมพันธ์เปรียบเทียบ และนำมาสรุปในการตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ จำแนกโจทย์ออกเป็นสวณย่อยว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหา

4. การวิเคราะห์ (Analysis) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในด้านพุทธิพิสัย นักเรียนที่ตอบปัญหาที่วัดพฤติกรรมขั้นนี้ได้ ต้องมีความสามารถในระดับสูง จะเป็นการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้จักมาก่อน ไม่เคยฝึกทำมาก่อนแต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่า โจทย์ปัญหานั้นจะอยู่นอกขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา ดังนั้นการแก้ปัญหานี้จึงครอบคลุม ความรู้ความสามารถในสามขั้นที่กล่าวมา รวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่สามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้ พฤติกรรมในขั้นนี้แบ่งเป็น 5 ขั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา (Ability to Solve Non Routine Problem) หมายถึง ความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว ไปสู่เนื้อหาใหม่ ซึ่งนักเรียนจะต้องแยกปัญหาออกเป็นสวณย่อย ๆ สำรวจว่ารู้อะไรบ้างในแต่ละตอน รวมทั้งการเรียนรู้ สัญลักษณ์ใหม่เพื่อนำไปสู่คำตอบ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาสถานการณ์ด้วย จะนำกระบวนการคิดคำนวณมาใช้โดยตรงไม่ได้ ต้องพยายามหาวิธีการใหม่

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่ หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) หมายถึง ความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเอง ไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้ โดยผู้ตอบจะต้องอาศัยนิยาม และทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ (Ability to Criticize Proofs) หมายถึง ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ การพิสูจน์เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่เป็นความสามารถที่ยุ้งยากซับซ้อนกว่าการเขียนการพิสูจน์ เพราะจะต้องใช้เหตุผลจากการพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate And Validate Generalization) หมายถึง ความสามารถในการ

ค้นพบความสัมพันธ์และการเขียนพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบข้อคำถามจะแสดงความสมเหตุสมผล

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง คุณลักษณะ รวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

พรรณี ชูทัยเจนจิต (2545) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะ และความสามารถของบุคคลที่พัฒนาการดีขึ้น อันเกิดจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่าง ๆ

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลคะแนนความสามารถของนักเรียนในการเรียน ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

#### 2.6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2544) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมืออย่างหนึ่งออกแบบไว้สำหรับวัดความรู้ หรือทักษะที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2546) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ในเนื้อหาและจุดประสงค์ในรายวิชา และสถาบันทางการศึกษาต่างๆ เป็นเครื่องมือหลักของการวัดผล

สมนึก ภัททิยธนี (2551) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้มี 6 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย (Subjective or Essay) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน
2. ข้อสอบแบบกาถูก – ผิด (True – false Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีตัวเลือก 2 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกดั้งกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความสามารถตรงกันข้าม เช่น ถูก – ผิด ใช่ – ไม่ใช่ ไม่จริงเหมือนกัน – ต่างกัน เป็นต้น
3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) ข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังมาสมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความ ลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง
4. แบบทดสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ข้อสอบแบบนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันตรงที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเขียนตอบคำถามที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยาย

แบบข้อสอบความเรียงหรืออัตนัย

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) ลักษณะทั่วไปเป็นคำถามแบบเลือกตอบทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตัวเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกหรือตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเดียว ตัวลวงอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน คูณกัน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักความถูกมากน้อยแตกต่างกัน

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมืออย่างหนึ่งออกแบบไว้สำหรับวัดความรู้ หรือทักษะที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) เพื่อให้ข้อสอบมีคุณภาพต้องคำนึงถึงลักษณะของข้อสอบที่ดีด้วย ได้แก่ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย อำนาจจำแนก และความยาก

## 2.7. ความพึงพอใจในการเรียนรู้

### 2.7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรง แต่สามารถวัดโดยทางอ้อมจากการคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้น และการแสดงความคิดเห็นนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง จึงจะสามารถวัดความพึงพอใจนั้นได้ และได้มีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ ดังนี้

ทวีพงษ์ หินคำ (2541) กล่าวว่า ความพึงพอใจว่าเป็น ความชอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งสามารถลดความตึงเครียดและตอบสนองตามความต้องการของบุคคลได้ ทำให้เกิดความพึงพอใจต่อสิ่งนั้น

กาญจนา อรุณสุขขุจี (2546) กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งเร้าที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้

บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

ฟ้ามุ่ย สุกัญศีล (2548)กล่าวว่า ความรู้สึกที่ดี หรือทัศนคติที่ดีของบุคคลซึ่งมักจะเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนต้องการ ก็จะทำให้เกิดความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น ตรงกันข้ามหากความต้องการของตนไม่ได้รับการตอบสนอง ความพึงพอใจก็จะไม่เกิดขึ้น

จากความหมายที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ความพึงพอใจจะทำให้บุคคลเกิดความสบายใจ หรือสนองความต้องการ ทำให้เกิดความสุข เป็นผลดีต่อการปฏิบัติงานและการเรียนการสอนที่ต่างกันแล้วแต่บุคคล

### 2.7.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

การกระทำกิจกรรมหรือปฏิบัติงานใด ๆ ผู้กระทำกิจกรรมหรือปฏิบัติงานจะเกิดความพึงพอใจนั้น ขึ้นอยู่กับกิจกรรมหรืองานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ มีนักวิชาการได้เสนอแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจไว้ดังนี้

กฤษณา ชาญวิชานนท์ (2550) กล่าวว่า Maslow ได้ตั้งสมมุติฐานของทฤษฎีความต้องการเพื่อให้เกิดความพึงพอใจไว้ 3 ประการคือ

1. ความพึงพอใจทางด้านจิตวิทยา (Psychological hedonism) เป็นความพึงพอใจที่วามมนุษย์โดยธรรมชาติแล้วต้องแสวงหาความสุขส่วนตัว หรือหลีกเลี่ยงจากความทุกข์ใด ๆ
2. ความพึงพอใจเกี่ยวกับตนเอง (Egoistic hedonism) เป็นทรศนะของความพึงพอใจว่า มนุษย์จะพยายามแสวงหาความสุขส่วนตัว แต่ไม่จำเป็นว่าการแสวงหาความสุขจะต้องเป็นธรรมชาติของมนุษย์เสมอไป
3. ความพึงพอใจเกี่ยวกับจริยธรรม (Ethical hedonism) ทรศนะนี้ถือว่ามนุษย์แสวงหาความสุขเพื่อหาผลประโยชน์ของมวลมนุษย์ หรือสังคมที่ตนเป็นสมาชิกอยู่ และจะเป็นผู้ที่ได้รับผลประโยชน์นี้ผู้หนึ่งด้วย

ธอร์นไดค์ (ทิสนา แคมมณี, 2553) มีความเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งมีหลายรูปแบบบุคคลจะมี การลองถูกลองผิด พอใจมากที่สุดเมื่อเกิดการเรียนรู้แล้ว บุคคลจะใช้รูปแบบการตอบสนองที่เหมาะสมเพียงรูปแบบเดียว และจะพยายามใช้รูปแบบนั้นเชื่อมโยงในสิ่งเร้า ในการเรียนรู้ต่อไปเรื่อยๆ กฎของธอร์นไดค์ สรุปได้ดังนี้

1. กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีจะผู้เรียนมีความพร้อมทั้งร่างกายและจิตใจ
2. กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) การฝึกหัดหรือการกระทำบ่อยๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มั่นคงถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อยๆ การเรียนรู้ในนั้นจะไม่คงทนถาวร และในที่สุดอาจลืมได้

3. กฎแห่งการใช้ (Law of Use and Disuse) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ความมั่นคงของการเรียนจะเกิดขึ้น หากได้นำมาใช้บ่อยๆ หากไม่นำมาใช้อาจจะลืมได้

4. กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of Effect) เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจย่อมอยากจะทำซ้ำต่อไป ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจ จะไม่ยอมทำซ้ำ ดังนั้นการได้รับผลที่พึงพอใจจะเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียน

ประกาศิต อานุกาฬแสนยากร (2556) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ของโคมส์ (Combs) ไว้ว่า ความรู้สึกของผู้เรียนมีความสำคัญต่อการเรียนรู้มาก เพราะความรู้สึกและเจตคติของผู้เรียนมีอิทธิพลต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ความรู้สึกของผู้เรียนมีความสำคัญต่อการเรียนรู้มาก เพราะความรู้สึกและเจตคติของผู้เรียนมีอิทธิพลต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน การเรียนรู้จะเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าผู้เรียนมีแรงจูงใจ มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ในสิ่งนั้น บรรยากาศของการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญ

### 2.7.3 การวัดความพึงพอใจ

มนต์ชัย เทียนทอง (2548) การหาความพึงพอใจหรือความพอใจ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการประเมินผลด้านคุณภาพในลักษณะภาพรวมของบทเรียนที่ไม่ซับซ้อน ซึ่งเป็นการสอบถามความรู้สึก หรือความชอบเกี่ยวกับบทเรียนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งไม่มีเกณฑ์พิจารณาว่าควรสอบถามในประเด็นใดหรือ มีกรอบของประเด็นคำถามอย่างไร เนื่องจากการสอบถามในภาพรวม อย่งไรก็ตามแนวทางที่ใช้ในการกำหนดประเด็นคำถามที่นิยมใช้ มีอยู่ 2 แนวทาง ดังนี้

1. แนวทางการประเมินภาพรวมทั่วไป เช่น สอบถามเกี่ยวกับส่วนนำเข้าสู่ ส่วนประมวลผล และส่วนที่แสดงผล โดยพิจารณารายละเอียดแต่ละส่วนๆ ว่ามีข้อคำถามใดบ้าง ที่จะสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้บทเรียน กล่าวได้ว่าแนวทางนี้เป็นแนวทางที่มีการใช้ประเมินความพึงพอใจมากที่สุด

2. แนวทางการใช้ทฤษฎีประเมินผล เช่น อาจประยุกต์ใช้ CIPP Model หรือ Alkin Model เป็นต้น โดยสามารถนำทฤษฎีประเมินผลที่มีอยู่มากำหนดกรอบในการประเมิน ความพึงพอใจของผู้เรียนเกี่ยวกับสาระ (Context) ส่วนนำเข้าสู่ (Input) ส่วนประมวลผล (Process) และ ผลผลิต(Product) เป็นต้น

การเก็บรวบรวมข้อมูลจะนิยมใช้แบบสอบถามมากกว่าการสัมภาษณ์ โดยการกระทำกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ที่ใช้บทเรียนโดยตรง เพื่อประเมินความพึงพอใจหลังจากที่ทดลองใช้บทเรียนแล้วผลที่ได้จากการประเมินจะเป็นดัชนีบ่งชี้ความพึงพอใจของผู้เรียน สำหรับสถิติที่ใช้ใน

การวิเคราะห์ความพึงพอใจที่ได้จากแบบสอบถาม จะใช้ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน ฐานนิยมและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือใช้สถิติเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้เรียนแต่ละกลุ่มก็ได้

แบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งมี 5 ระดับ คือ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
พึงพอใจมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
พึงพอใจน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

ค่าเฉลี่ยที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินแต่ละข้อแล้วเทียบเกณฑ์การประเมิน โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนของ Likert ดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
ต่ำกว่า 1.50	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

สมนึก ภัททิยธนี (2549) ได้กล่าวไว้ว่า มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินนักเรียน และนักเรียนใช้ในการประเมินหรือพิจารณาตนเองหรือสิ่งอื่นๆ ใช้ทั้งในการประเมินการปฏิบัติ กิจกรรม ทักษะต่างๆ และพฤติกรรมด้านจิตพิสัย เช่น เจตคติ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ความสนใจ ฯลฯ มุ่งให้ผู้ตอบประเมินข้อความที่ถามออกมาเป็นระดับเพียงคำตอบเดียว มีระดับความเข้มให้พิจารณาตั้งแต่ 3 ระดับขึ้นไป ซึ่งควรมีระดับตรงกลางเป็นจุดสมดุล

บุญชม ศรีสะอาด (2555) ได้กล่าวไว้ว่า แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยชุดข้อความที่ต้องการให้กลุ่มตัวอย่างตอบ โดยกาเครื่องหมายหรือเขียนตอบ หรือกรณีที่กลุ่มตัวอย่างอ่านหนังสือไม่ได้หรืออ่านยาก อาจใช้วิธีการสัมภาษณ์ตามแบบสอบถาม นิยมถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดเห็นของบุคคล แบบสอบถามโดยทั่วไปจะมีโครงสร้างหรือส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ คำชี้แจงในการตอบ สถานภาพส่วนตัวผู้ตอบ ข้อคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อคำถามในแบบสอบถามอาจมีลักษณะเป็นปลายเปิดหรือปลายปิด แบบสอบถามฉบับหนึ่งอาจเป็นแบบสอบถามปลายเปิดทั้งหมดหรือแบบผสมก็ได้ ข้อคำถามแบบปลายปิดมีหลายรูปแบบได้แก่ แบบให้เลือกคำตอบเดียวจาก 2 คำตอบ แบบให้เลือกคำตอบเดียวจากหลายคำตอบ แบบให้เลือกได้หลายคำตอบ แบบมาตราส่วนประมาณค่า แบบผสม แบบให้เรียงอันดับ

ความสำคัญ และแบบเติมคำสั้น ๆ ในช่องว่าง มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) เป็นมาตราวัดชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือประเภทแบบสอบถาม แบบวัดด้านจิตพิสัย เช่น เจตคติ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ฯลฯ โดยให้ผู้ตอบเลือกตอบตามระดับความคิดเห็นของตน มีลักษณะสำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. มีระดับความเข้มให้ผู้ตอบเลือกตอบตามความคิดเห็น เหตุผล สภาพความเป็นตั้งแต่ 3 ระดับขึ้นไป
2. ระดับที่ให้เลือกอาจเป็นชนิดที่มีทั้งด้านบวกและด้านลบในข้อเดียวกัน หรือมีเฉพาะด้านบวก หรือมีเฉพาะด้านลบ โดยที่อีกด้านหนึ่งเป็นศูนย์หรือระดับน้อยมาก
3. บางข้อจะมีลักษณะเชิงนิมาน (Positive Scale) บางข้อจะมีลักษณะเชิงนิเสธ (Negative Scale)

4. สามารถแปลงผลการตอบเป็นคะแนนได้

เกณฑ์การแปลความหมายแบบวัดชนิดมาตราส่วนประมาณค่า ในการใช้แบบวัดชนิดมาตราส่วนประมาณค่านั้นหากมี 5 ระดับ และเป็นข้อความเชิงนิมาน (Positive Scale) เช่น วิชาสังคมเป็นวิชาที่เรียนสนุก จะตรวจให้คะแนนด้านบวกเป็นค่าสูง ด้านลบเป็นต่ำ ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง ตรวจให้ 5 คะแนน

เห็นด้วย ตรวจให้ 4 คะแนน

ไม่แน่ใจ ตรวจให้ 3 คะแนน

ไม่เห็นด้วย ตรวจให้ 2 คะแนน

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ตรวจให้ 1 คะแนน

จะใช้เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบในแต่ละข้อหรือแต่ละด้าน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 แปลความว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 แปลความว่า เห็นด้วย

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 แปลความว่า ไม่แน่ใจ

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 แปลความว่า ไม่เห็นด้วย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 แปลความว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจ สามารถทำได้โดยใช้แบบสอบถามปลายปิดชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คำตอบที่ให้เลือก ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด ให้คะแนน 5 คะแนน

พึงพอใจมาก ให้คะแนน 4 คะแนน

พึงพอใจปานกลาง ให้คะแนน 3 คะแนน



พึงพอใจน้อย ให้คะแนน 2 คะแนน

พึงพอใจน้อยที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน

ค่าเฉลี่ยที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินแต่ละข้อแล้วเทียบเกณฑ์การประเมิน โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนของ Likert ดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ต่ำกว่า 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

## 2.8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

วิมาดา มงคลพิศ (2558) การพัฒนาวิธีการเรียนรู้โดยผสมแนวคิดของโพลยาและกลุ่มร่วมมือ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความมุ่งหมายเพื่อ 1. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาวิธีการเรียนรู้พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2. พัฒนาและประเมินวิธีการเรียนรู้โดยผสมแนวคิดของโพลยาและกลุ่มร่วมมือ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3. ทดลองใช้วิธีการเรียนรู้โดยผสมแนวคิดของโพลยาและกลุ่มร่วมมือ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 4. ประเมินผลการใช้วิธีการเรียนรู้โดยผสมแนวคิดของโพลยาและกลุ่มร่วมมือ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่ำ 2. วิธีการเรียนรู้โดยผสมแนวคิดของโพลยาและกลุ่มร่วมมือ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มี 5 องค์ประกอบคือ 1) หลักการ 2) จุดมุ่งหมาย 3) เนื้อหาสาระ 4) กระบวนการเรียนการสอน และ 5) การวัดและการประเมินผล โดยจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา 3. ประสิทธิภาพของวิธีการเรียนรู้โดยผสมแนวคิดของโพลยาและกลุ่มร่วมมือ มีค่าเท่ากับ 79.95 / 77.26 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยผสมแนวคิดของโพลยาและกลุ่มร่วมมือ มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งสามทักษะ 4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน

ด้วยวิธีการเรียนรู้โดยผสมแนวคิดของโพลยาและกลุ่มร่วมมือ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด

พิมพ์ลดา สิ้นธนาวา และคณะ (2559) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธีรวัฒน์ ลุนสะแกวงษ์ (2560) ได้แก้ปัญหามหาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นและเมทริกซ์ กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดจำนวน 17 คน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 17.059 คิดเป็นร้อยละ 71.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 16 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 94.12 และจากการสังเกตพฤติกรรมทำให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพบว่า นักเรียนสามารถนำเอาความรู้มาใช้ประกอบการแก้ปัญหาและใช้เหตุผลอธิบายประกอบได้อย่างสมเหตุสมผล ครูเพียงคอยให้คำแนะนำชี้แนะ และสนับสนุน และยังส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการหาเหตุผลในการตอบคำถามมากยิ่งขึ้น การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิลาวรรณ จันโทวาท (2560) ได้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา มีจุดมุ่งหมายคือ 1.พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 4

เสาวนิตย์ อัจฉวิชัย (2561) ได้การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้

โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ผลการวิจัย 1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีประสิทธิภาพ 87.77/80.00 และ 78.00/75.28 ตามลำดับซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเท่ากับ 0.7271 และ 0.6941 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 72.71 และร้อยละ 69.41 ตามลำดับ 3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4. ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม อยู่ในระดับมาก

## 2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Hovermill (2004) ได้ศึกษาการเรียนแบบสืบสวน (สืบเสาะหาความรู้) โดยใช้เทคโนโลยีในวิชาคณิตศาสตร์และสถิติด้วย ด้วยความเข้าใจโครงการพัฒนาอย่างมีอาชีพ การศึกษานี้ได้ให้ประโยชน์ หลักการทดลองในการพัฒนาครูที่จะสนับสนุนและตรวจสอบอย่างลึก ความเข้าใจของครูและเนื้อหาที่ได้จากการปฏิบัติ การศึกษาเกี่ยวกับกฎเกณฑ์และการสอนแบบต่าง ๆ ผลการศึกษาพบว่า เกิดตัวอย่างของความบกพร่อง การพัฒนาและการลดความยุ่งยากที่น่าเชื่อถือเป็นแบบอย่างของการเรียนแบบสืบสวน (สืบเสาะหาความรู้) โดยใช้เทคโนโลยีสนับสนุน ซึ่งได้แสดงให้เห็นจุดสำคัญจากกรอบความคิดรวบยอดในการเรียนรู้เข้ากับสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ การปฏิบัติที่เป็นแบบอย่างได้เกิดขึ้นในครูที่สอนแบบสืบสวนสอบสวน ที่ยึดความเข้าใจในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สิ่งนี้สามารถบอกได้ว่า การพัฒนาการสอนแบบมืออาชีพ สืบเนื่องมาจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้ครูสามารถเรียนรู้ได้ ฝึกปฏิบัติได้ เพื่อความสำเร็จโดยการใช้วิธีสอนแบบนี้

Campos (2006) ได้ทำการค้นพบทฤษฎีความน่าจะเป็นทางคณิตศาสตร์ : กรณศึกษาใน

ศาสตร์ของการสืบเสาะเชิงคณิตศาสตร์ ได้ศึกษาว่า ในการจัดกิจกรรมการสืบเสาะของนักคณิตศาสตร์ ฉันทอบคำถามนี้ตามหลักของการแสดงให้เห็นความถูกต้องของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่ามีศาสตร์ของการสืบเสาะและการค้นพบในการทำงานของการวิจัยทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง บนพื้นฐานของหลักปรัชญาของ Charles Sanders Peirce ผู้วิจัยได้เสนอความเห็นว่ามีศาสตร์ของการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์และเขาได้อธิบายรูปแบบของมันด้วย ผู้วิจัยมีความเห็นขัดแย้งว่า แม้ว่าจะไม่มีกฎที่จะนำไปสู่การค้นพบและการสืบเสาะที่ประสบผลสำเร็จด้วยความแน่นอนที่สมบูรณ์ หลักปรัชญาของ Peirce ได้ให้แนวทางเพื่ออธิบาย 1) เงื่อนไขสำหรับความน่าจะเป็นของการค้นพบทางคณิตศาสตร์ 2) ระเบียบวิธีที่แท้จริงของการสืบเสาะในวิชาคณิตศาสตร์ และเทคนิคต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง 3) รูปแบบของศาสตร์ในการให้เหตุผลที่เป็นตัวรับประกันการใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาปัญหาวิทยาศาสตร์ในธรรมชาติมีข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

1. ผู้วิจัยยกปัญหาในประเด็นบทบาทของปัญหาการค้นพบและอธิบายเงื่อนไขที่จำเป็นเพื่อนำไปสู่การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
2. ผู้วิจัยมีความคิดเห็นขัดแย้งว่า การตั้งสมมติฐานของการทดลองในกระบวนการของการแก้ไขปัญหาเชิงวิเคราะห์ ไม่หักล้างจากสัญจณ์ เป็นระเบียบวิธีที่แท้จริงของการวิจัยทางคณิตศาสตร์
3. ผู้วิจัยมีข้อโต้แย้งว่า การขยายความและอุปมาอุปมัย สามารถรับประกันการใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ในการศึกษาปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แท้จริง การค้นพบและการพัฒนาความน่าจะเป็นทางคณิตศาสตร์ การบรรลุจุดหมายสูงสุดของการคาดเดาของ Jacob Bernoulli เหมาะสำหรับการศึกษารายกรณีที่จะทดสอบศาสตร์ของการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้กล่าวถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจริงเกี่ยวกับศาสตร์ของการสืบเสาะสำหรับปรัชญาการศึกษาด้านคณิตศาสตร์

จากศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในที่กล่าวมาข้างต้นนั้น พบว่า การเรียนการสอนควรให้ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ การนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความตั้งใจ สนใจ กระตือรือร้น สนุก และมีความสุขกับการเรียนคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้น

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย
- 3.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
- 3.5 การจัดการกระทำกับข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 1 ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 636 คน ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม เขต 26

##### 2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 จำนวน 51 คน ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม เขต 26 ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะสอดคล้องกับความมุ่งหมายของงานวิจัย และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 51.88 ของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

##### 3. เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสารคามพิทยาคม เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 9 ชั่วโมง ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1. การบวกเวกเตอร์
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2. การลบเวกเตอร์
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3. การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4. เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5. ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6. เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติ  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7. เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8. ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9. เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติ

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการสอน คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนละ 1 ชั่วโมง รวมเวลา 9 ชั่วโมง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
  - 2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ
  - 2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ฉบับเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
  - 2.3 แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ฉบับเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

### 3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

- 1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 พร้อมทั้งศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนสารคามพิทยาคม จดมุ่งหมายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

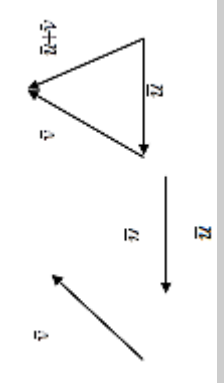
1.2 ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ  
กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

1.3 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ จากหนังสือและตำราที่เกี่ยวข้อง ผลการ  
เรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดการวัดและการประเมินผล วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับ  
เวลาที่กำหนด

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 9 แผน ใช้เวลาแผนละ 1 ชั่วโมงใน  
การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

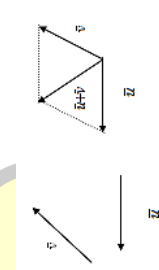


ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สาระการการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

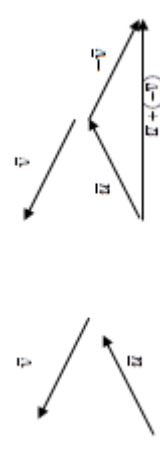
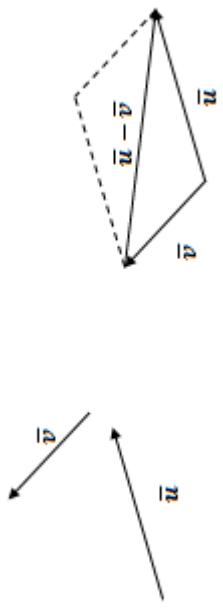
วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1		การบวก เวกเตอร์	<p><b>การบวกเวกเตอร์</b></p> <p>บทนิยาม ให้ <math>\vec{u}</math> และ <math>\vec{v}</math> เป็นเวกเตอร์ใดๆ เลื่อน <math>\vec{v}</math> ให้จุดเริ่มต้นของ <math>\vec{v}</math> อยู่ที่จุดสิ้นสุดของ <math>\vec{u}</math> ผลบวกของ <math>\vec{u}</math> และ <math>\vec{v}</math> เขียนแทนด้วย "<math>\vec{u} + \vec{v}</math>" คือ เวกเตอร์ที่มีจุดเริ่มต้นที่จุดเริ่มต้นของ <math>\vec{u}</math> และจุดสิ้นสุดอยู่ที่จุดสิ้นสุดของ <math>\vec{v}</math></p> <p>การบวกเวกเตอร์มี 2 วิธี ดังนี้</p> <p>1. บวกเวกเตอร์โดยให้จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์หนึ่งอยู่ที่จุดสิ้นสุดของอีกเวกเตอร์หนึ่ง (ทางต่อหัว)</p> 	<p>บวก ลบ เวกเตอร์ ในเชิงรูปภาพ และ ในเชิงเวกเตอร์มุม ฉากได้</p>	<p>1) นักเรียน สามารถเขียน อธิบายหรือ ยกตัวอย่าง เกี่ยวกับการบวก เวกเตอร์ได้</p> <p>2) นักเรียน สามารถแก้ปัญหา เกี่ยวกับการบวก ของเวกเตอร์ได้</p> <p>3) นักเรียนมี ความมุ่งมั่นใน การเรียนรู้</p>	1



ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สารการเรียนรู้ สารสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สารการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		<p>2. บวกเวกเตอร์โดยให้จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสองอยู่ที่จุดเดียวกัน แล้วสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ผลลัพธ์คือเส้นขนานมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ลากจากจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสอง</p>	<p>2. บวกเวกเตอร์โดยให้จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสองอยู่ที่จุดเดียวกัน แล้วสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ผลลัพธ์คือเส้นขนานมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ลากจากจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสอง</p>  <p><b>สมบัติของการบวกเวกเตอร์</b></p> <p>ให้ <math>\mathbf{u}</math>, <math>\mathbf{v}</math> และ <math>\mathbf{w}</math> เป็นเวกเตอร์ใดๆ ในระนาบแล้ว</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>\mathbf{u} + \mathbf{v}</math> เป็นเวกเตอร์ในระนาบ (สมบัติปิด)</li> <li><math>\mathbf{u} + \mathbf{v} = \mathbf{v} + \mathbf{u}</math> (สมบัติการสลับที่)</li> <li><math>(\mathbf{u} + \mathbf{v}) + \mathbf{w} = \mathbf{u} + (\mathbf{v} + \mathbf{w})</math> (สมบัติการเปลี่ยนหมู่)</li> <li><math>\mathbf{0} + \mathbf{u} = \mathbf{u} + \mathbf{0} = \mathbf{u}</math> (เอกลักษณ์การบวก)</li> <li><math>\mathbf{u} + (-\mathbf{u}) = (-\mathbf{u}) + \mathbf{u} = \mathbf{0}</math> (อินเวอร์สการบวก)</li> <li>ถ้า <math>\mathbf{u} = \mathbf{v}</math> แล้วจะได้ <math>\mathbf{u} + \mathbf{w} = \mathbf{v} + \mathbf{w}</math></li> <li>ถ้า <math>\mathbf{u} + \mathbf{w} = \mathbf{v} + \mathbf{w}</math> แล้วจะได้ <math>\mathbf{u} = \mathbf{v}</math></li> </ol>			

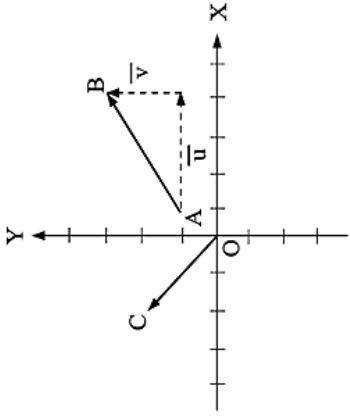
ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		การลบเวกเตอร์	<p><b>การลบเวกเตอร์</b></p> <p><b>บทนิยาม การลบเวกเตอร์</b></p> <p>ให้ <math>\vec{u}</math> และ <math>\vec{v}</math> เป็นเวกเตอร์ใด ๆ ผลลบ ของ <math>\vec{u}</math> ด้วย <math>\vec{v}</math> หมายถึง ผลบวกของ <math>\vec{u}</math> และนิเสธของ <math>\vec{v}</math> เขียนแทนด้วย <math>\vec{u} - \vec{v}</math> นั่นคือ <math>\vec{u} - \vec{v} = \vec{u} + (-\vec{v})</math></p>  <p>ใช้กฎของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน</p> 	<p>บอก ลบ เวกเตอร์</p> <p>ในเชิงรูปภาพ และ</p> <p>ในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้</p>	<p>1) นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับ การลบเวกเตอร์ได้</p> <p>2) นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับ การลบของเวกเตอร์ได้</p> <p>3) นักเรียนมีวินัยในเวลาเรียน</p>	1

ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สาระการการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

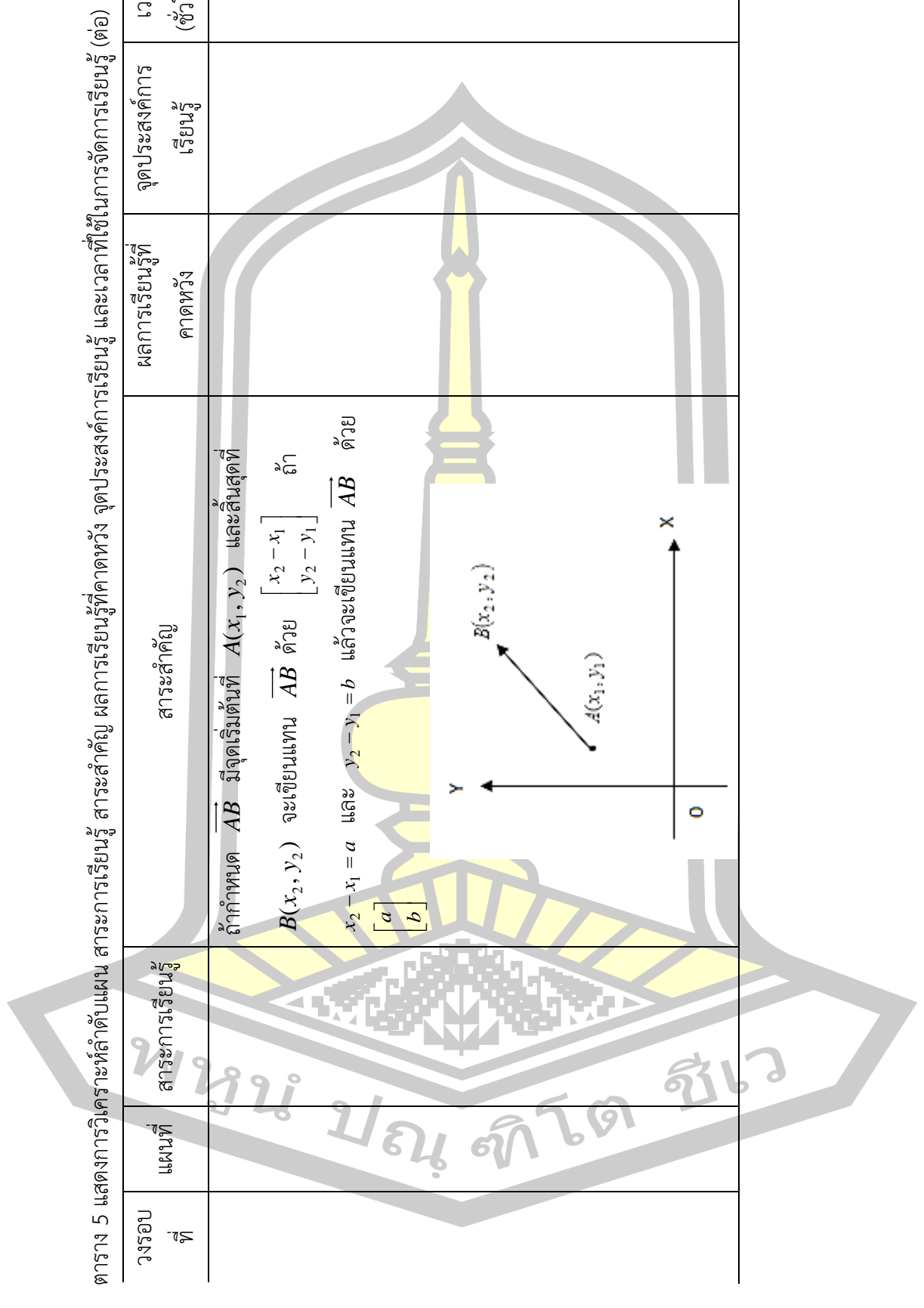
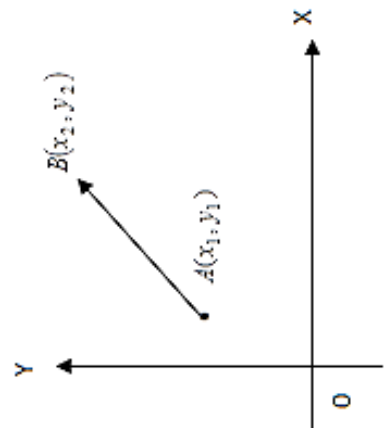
วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		สาระการเรียนรู้ การคูณเวกเตอร์ ด้วยสเกลาร์	<p>บทนิยาม ให้ <math>a</math> เป็นสเกลาร์ และ <math>\vec{n}</math> เป็นเวกเตอร์ ผลคูณของ เวกเตอร์ <math>u</math> ด้วยสเกลาร์ <math>a</math> เป็นเวกเตอร์ เขียนแทนด้วย <math>a\vec{n}</math> โดยที่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ถ้า <math>a = 0</math> แล้ว <math>a\vec{n} = \vec{0}</math></li> <li>ถ้า <math>a &gt; 0</math> แล้ว <math>a\vec{n}</math> จะมีขนาดเท่ากับ <math> a  \vec{n} </math> และมี ทิศทางเดียวกับ <math>\vec{n}</math></li> <li>ถ้า <math>a &lt; 0</math> แล้ว <math>a\vec{n}</math> จะมีขนาดเท่ากับ <math> a  \vec{n} </math> แต่มีทิศ ทางตรงข้ามกับ <math>\vec{n}</math></li> </ol> <p><b>สมบัติของการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์</b> กำหนด <math>a, b</math> เป็นสเกลาร์ <math>\vec{n}, \vec{v}</math> เป็นเวกเตอร์ในระนาบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>a</math> เป็นเวกเตอร์ในระนาบ</li> <li><math>(ab)\vec{n} = a(b\vec{n}) = b(a\vec{n})</math></li> <li><math>a(\vec{n} + \vec{v}) = a\vec{n} + a\vec{v}</math></li> <li><math>(a + b)\vec{n} = a\vec{n} + b\vec{n}</math></li> <li><math>1\vec{n} = \vec{n}</math>    6. <math>(-1)\vec{n} = -\vec{n}</math></li> </ol>	<p>บอก ลบ เวกเตอร์ ในเชิงรูปภาพ และ ในเชิงเวกเตอร์มุม ฉากได้</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>นักเรียน สามารถเขียน อธิบายเกี่ยวกับ การคูณเวกเตอร์ ด้วยสเกลาร์ได้</li> <li>นักเรียน สามารถแก้ปัญหา เกี่ยวกับ การคูณ เวกเตอร์ด้วย สเกลาร์ได้</li> <li>นักเรียนมี ความมุ่งมั่นใน การทำงาน</li> </ol>	1

ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	4	<p>การเรียนรู้</p> <p>เวกเตอร์ใน ระบบพิกัดฉาก สองมิติ</p>	<p>สาระสำคัญ</p> <p><b>เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ</b></p>  <p>จากรูป <math>\vec{AB}</math> เป็นผลบวกของ <math>\vec{u}</math> และ <math>\vec{v}</math> โดยที่ <math>\vec{u}</math> มีขนาด 3 หน่วย ทิศทางขนานกับแกน X ไปทางขวา และ <math>\vec{v}</math> มีขนาด 2 หน่วย ทิศทางขนานกับแกน Y ไปข้างบน</p> <p>ในกรณีนี้อาจเขียนแทนด้วย <math>\vec{AB}</math> ด้วย <math>\begin{bmatrix} 3 \\ 2 \end{bmatrix}</math> หรือ <math>[3, 2]</math></p> <p>ส่วน <math>\vec{OC}</math> เป็นเวกเตอร์ที่มีจุดเริ่มต้นที่จุด <math>O(0, 0)</math> ซึ่งเป็น จุดกำเนิด (origin) และ <math>\vec{OC}</math> เขียนแทนด้วย <math>\begin{bmatrix} -2 \\ 2 \end{bmatrix}</math></p>	<p>ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง</p> <p>บอก ลบ เวกเตอร์ ในเชิงรูปภาพ และ ในเชิงเวกเตอร์มุม ฉากได้</p>	<p>จุดประสงค์การ เรียนรู้</p> <p>1) นักเรียน สามารถเขียน อธิบายเกี่ยวกับ นิยามเวกเตอร์ใน ระบบพิกัดฉาก สองมิติได้</p> <p>2) นักเรียน สามารถแก้ปัญหา เกี่ยวกับเวกเตอร์ ในระบบพิกัดฉาก สองมิติได้</p> <p>3) นักเรียนมีวินัย ในเวลาเรียน</p>	1

ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			<p>ถ้ากำหนด <math>\vec{AB}</math> มีจุดเริ่มต้นที่ <math>A(x_1, y_1)</math> และสิ้นสุดที่ <math>B(x_2, y_2)</math> จะเขียนแทน <math>\vec{AB}</math> ด้วย <math>\begin{bmatrix} x_2 - x_1 \\ y_2 - y_1 \end{bmatrix}</math> ถ้า <math>x_2 - x_1 = a</math> และ <math>y_2 - y_1 = b</math> แล้วจะเขียนแทน <math>\vec{AB}</math> ด้วย <math>\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}</math></p>			



ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

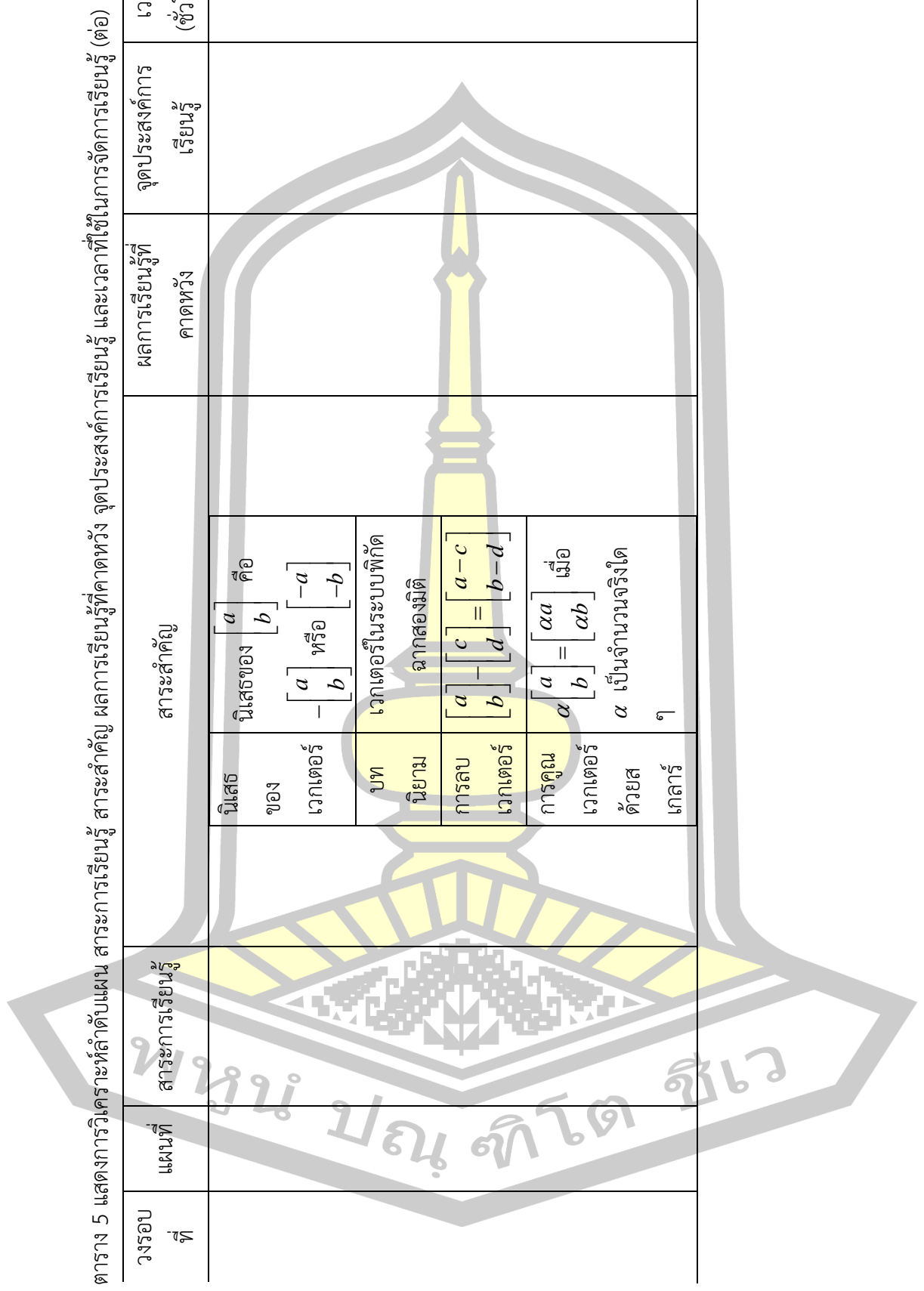
วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)						
			<p>บทนิยาม เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>บท นิยาม</td> <td>เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ</td> </tr> <tr> <td>การ เท่ากัน</td> <td><math>\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix}</math> ก็ต่อเมื่อ <math>a = c</math> และ <math>b = d</math></td> </tr> <tr> <td>การบวก เวกเตอร์</td> <td><math>\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+c \\ b+d \end{bmatrix}</math></td> </tr> </table>	บท นิยาม	เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ	การ เท่ากัน	$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix}$ ก็ต่อเมื่อ $a = c$ และ $b = d$	การบวก เวกเตอร์	$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+c \\ b+d \end{bmatrix}$			
บท นิยาม	เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ											
การ เท่ากัน	$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix}$ ก็ต่อเมื่อ $a = c$ และ $b = d$											
การบวก เวกเตอร์	$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+c \\ b+d \end{bmatrix}$											
			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>บท นิยาม</td> <td>เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ</td> </tr> <tr> <td>เวกเตอร์ ศูนย์</td> <td>เวกเตอร์ศูนย์ คือ <math>\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}</math></td> </tr> </table>	บท นิยาม	เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ	เวกเตอร์ ศูนย์	เวกเตอร์ศูนย์ คือ $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$					
บท นิยาม	เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ											
เวกเตอร์ ศูนย์	เวกเตอร์ศูนย์ คือ $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$											

ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน การจัดการเรียนรู้ สารสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)						
			<p>บทนิยาม เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>บท นิยาม</td> <td>เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ</td> </tr> <tr> <td>การ เท่ากัน</td> <td><math>\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix}</math> ก็ต่อเมื่อ <math>a = c</math> และ <math>b = d</math></td> </tr> <tr> <td>การบวก เวกเตอร์</td> <td><math>\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+c \\ b+d \end{bmatrix}</math></td> </tr> </table>	บท นิยาม	เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ	การ เท่ากัน	$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix}$ ก็ต่อเมื่อ $a = c$ และ $b = d$	การบวก เวกเตอร์	$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+c \\ b+d \end{bmatrix}$			
บท นิยาม	เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ											
การ เท่ากัน	$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix}$ ก็ต่อเมื่อ $a = c$ และ $b = d$											
การบวก เวกเตอร์	$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+c \\ b+d \end{bmatrix}$											
			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>บท นิยาม</td> <td>เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ</td> </tr> <tr> <td>เวกเตอร์ ศูนย์</td> <td>เวกเตอร์ศูนย์ คือ <math>\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}</math></td> </tr> </table>	บท นิยาม	เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ	เวกเตอร์ ศูนย์	เวกเตอร์ศูนย์ คือ $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$					
บท นิยาม	เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ											
เวกเตอร์ ศูนย์	เวกเตอร์ศูนย์ คือ $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$											

ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สาระการการเรียนรู้ สารสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

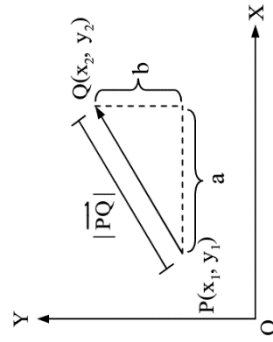
วงรอบ ที่	แผนที่	สารการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)							
		<table border="1"> <tr> <td>นิเสธ ของ</td> <td>นิเสธของ <math>\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}</math> คือ <math>\begin{bmatrix} -a \\ -b \end{bmatrix}</math> หรือ <math>\begin{bmatrix} -a \\ -b \end{bmatrix}</math></td> </tr> <tr> <td>บท นิยาม</td> <td>เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ</td> </tr> <tr> <td>การ แปลง</td> <td><math>\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a-c \\ b-d \end{bmatrix}</math></td> </tr> <tr> <td>การ คูณ</td> <td><math>\alpha \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha a \\ \alpha b \end{bmatrix}</math> เมื่อ <math>\alpha</math> เป็นจำนวนจริงใด ๆ</td> </tr> </table>	นิเสธ ของ	นิเสธของ $\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ คือ $\begin{bmatrix} -a \\ -b \end{bmatrix}$ หรือ $\begin{bmatrix} -a \\ -b \end{bmatrix}$	บท นิยาม	เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ	การ แปลง	$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a-c \\ b-d \end{bmatrix}$	การ คูณ	$\alpha \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha a \\ \alpha b \end{bmatrix}$ เมื่อ $\alpha$ เป็นจำนวนจริงใด ๆ			
นิเสธ ของ	นิเสธของ $\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ คือ $\begin{bmatrix} -a \\ -b \end{bmatrix}$ หรือ $\begin{bmatrix} -a \\ -b \end{bmatrix}$												
บท นิยาม	เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสองมิติ												
การ แปลง	$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a-c \\ b-d \end{bmatrix}$												
การ คูณ	$\alpha \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha a \\ \alpha b \end{bmatrix}$ เมื่อ $\alpha$ เป็นจำนวนจริงใด ๆ												



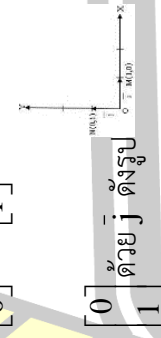


ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		ขนาดของ เวกเตอร์ใน ระบบพิกัดฉาก สองมิติ	<p>ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าขนาดของเวกเตอร์ใด ๆ หมายถึง ความยาวของส่วนของเส้นตรงที่ระนาบที่ตัดฉากตั้งฉากกับเวกเตอร์นั้น ถ้า <math>\overline{PQ}</math> เป็นเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ P มีพิกัดเป็น (<math>x_1, y_1</math>) และ Q มีพิกัดเป็น (<math>x_2, y_2</math>) ดังรูป จะได้</p> $\overline{PQ} = \begin{bmatrix} x_2 - x_1 \\ y_2 - y_1 \end{bmatrix} \text{ และ }  \overline{PQ}  = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$ <p>ถ้าให้ (<math>x_2 - x_1</math>) = a และ (<math>y_2 - y_1</math>) = b แล้ว จะได้</p> $\overline{PQ} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \text{ และขนาดของเวกเตอร์ } \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \text{ เท่ากับ } \sqrt{a^2 + b^2}$ <p>หน่วย</p>	<p>บอก ลบ เวกเตอร์ ในเชิงรูปภาพ และในเชิง เวกเตอร์มุมฉากได้</p>	<p>1) นักเรียน สามารถเขียน อธิบายเกี่ยวกับ วิธีการคำนวณหา ค่าของขนาดของ เวกเตอร์ในระบบ พิกัดฉากสองมิติได้</p> <p>2) นักเรียน สามารถแก้ปัญหา เกี่ยวกับขนาดของ เวกเตอร์ในระบบ พิกัดฉากสองมิติได้</p> <p>3) นักเรียนมีความ มุ่งมั่นในการเรียน</p>	1



ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		สาระการเรียนรู้ เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติ	สาระสำคัญ <b>เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติ</b> เวกเตอร์ที่มีขนาดหนึ่งหน่วยเรียกว่าเวกเตอร์หนึ่งหน่วย (unit vector) เนื่องจากเวกเตอร์ $\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ ใดๆ จะมีขนาดเท่ากับ $\sqrt{a^2 + b^2}$ ดังนั้นเวกเตอร์ที่มีขนาดหนึ่งหน่วยและมีทิศทางเดียวกับ $\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ ใดๆ ที่ไม่ใช่เวกเตอร์ศูนย์ คือ $\frac{1}{\sqrt{a^2 + b^2}} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในสองมิติที่สำคัญคือ $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ และ $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ เพื่อความสะดวกจึงแทน $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ ด้วย $\bar{i}$ และแทน $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ ด้วย $\bar{j}$ ดังรูป 	บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้	1) นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับวิธีการคำนวณค่าเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติโดยใช้นิยามได้ 2) นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติได้ 3) นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการเรียน	1

ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สารการเรียนรู้ สารสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สารการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	7	สารการเรียนรู้ เวกเตอร์ใน ระบบพิกัดฉาก สามมิติ	<p><b>เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ</b></p> <p>จากที่กล่าวมาแล้วว่าเวกเตอร์ในสองมิติ กำหนดได้ในรูป <math>\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}</math> ต่อไปจะขยายแนวคิดของเวกเตอร์ในสองมิติ เป็นเวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้ระบบพิกัดฉากสามมิติ</p> <p>บทรนิยาม กำหนด <math>x, y, z</math> เป็นจำนวนจริง เรียก <math>\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}</math> ว่าเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ หรือเวกเตอร์ในสามมิติ หรือเรียกสั้น ๆ ว่า เวกเตอร์</p> <p>ในทางเรขาคณิตแทนเวกเตอร์ <math>\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}</math> ด้วยส่วนของเส้นตรงที่</p> <p>กำหนดทิศทางซึ่งมีจุดเริ่มต้นที่จุดกำเนิด <math>O</math> และมีจุดสิ้นสุดที่ <math>P(x, y, z)</math></p>	<p>บอก ลบ เวกเตอร์</p> <p>ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้</p>	<p>1) นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับนิยามเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้</p> <p>2) นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้</p> <p>3) นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้</p>	1

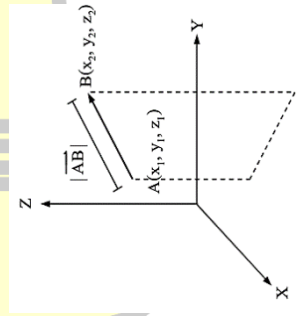
ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)							
		<p>บทรนิยาม เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">บทรนิยาม</td> <td style="width: 75%;">เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ</td> </tr> <tr> <td>การเท่ากัน</td> <td> <math display="block">\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix}</math>                     ก็ต่อเมื่อ <math>a = d</math>,  <math>b = e</math> และ <math>c = f</math> </td> </tr> <tr> <td>การบวก เวกเตอร์</td> <td> <math display="block">\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+d \\ b+e \\ c+f \end{bmatrix}</math> </td> </tr> <tr> <td>เวกเตอร์ ศูนย์</td> <td>                     เวกเตอร์ศูนย์ คือ <math>\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}</math> </td> </tr> </table>	บทรนิยาม	เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ	การเท่ากัน	$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix}$ ก็ต่อเมื่อ $a = d$ , $b = e$ และ $c = f$	การบวก เวกเตอร์	$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+d \\ b+e \\ c+f \end{bmatrix}$	เวกเตอร์ ศูนย์	เวกเตอร์ศูนย์ คือ $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	<p>บอก ลบ เวกเตอร์ ในเชิงรูปภาพ และ ในเชิงเวกเตอร์มุม ฉากได้</p>	<p>1) นักเรียน สามารถเขียน อธิบายเกี่ยวกับ นิยามเวกเตอร์ใน ระบบพิกัดฉาก สามมิติได้ 2) นักเรียน สามารถแก้ปัญหา เกี่ยวกับเวกเตอร์ ในระบบพิกัดฉาก สามมิติได้ 3) นักเรียนมี ความมุ่งมั่นใน การเรียน</p>	1
บทรนิยาม	เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ												
การเท่ากัน	$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix}$ ก็ต่อเมื่อ $a = d$ , $b = e$ และ $c = f$												
การบวก เวกเตอร์	$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+d \\ b+e \\ c+f \end{bmatrix}$												
เวกเตอร์ ศูนย์	เวกเตอร์ศูนย์ คือ $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$												

ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สาระการการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		บท นิยาม	เวกเตอร์ในระบบพิกัด ฉากสามมิติ			
		นิเสธ ของ เวกเตอร์	นิเสธของ $\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$ คือ $\begin{bmatrix} -a \\ -b \\ -c \end{bmatrix}$ หรือ $\begin{bmatrix} a \\ -b \\ c \end{bmatrix}$			
		การลบ เวกเตอร์	$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a-d \\ b-e \\ c-f \end{bmatrix}$			
		การคูณ เวกเตอร์ ด้วยส เกลาร์	$\alpha \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha a \\ \alpha b \\ \alpha c \end{bmatrix}$ เมื่อ $\alpha$ เป็นจำนวนจริงใด ๆ			

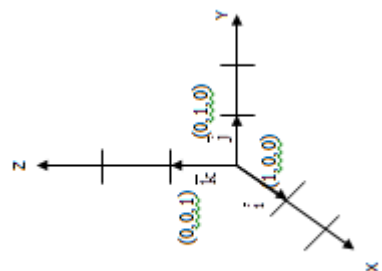
ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน การจัดการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

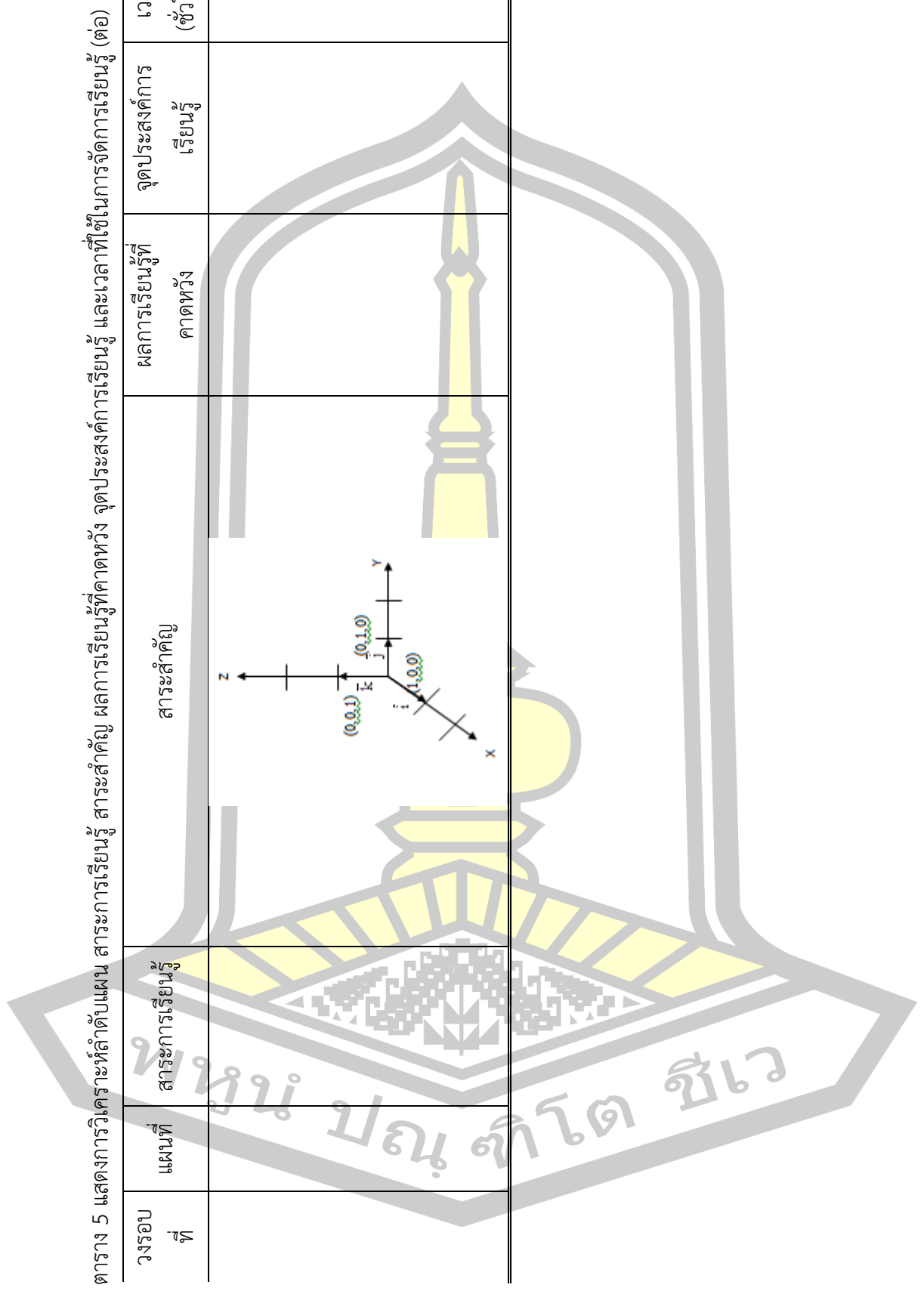
วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		ขนาดของ เวกเตอร์ใน ระบบพิกัดฉาก สามมิติ	<p>ถ้า <math>\vec{AB}</math> เป็นเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ <math>A</math> มีพิกัดเป็น <math>(x_1, y_1, z_1)</math> และ <math>B</math> มีพิกัดเป็น <math>(x_2, y_2, z_2)</math> ดังรูป จะได้</p> $\vec{AB} = \begin{bmatrix} x_2 - x_1 \\ y_2 - y_1 \\ z_2 - z_1 \end{bmatrix} \text{ และ}$ $ \vec{AB}  = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$ 	<p>บอก ลบ เวกเตอร์ ในเชิงรูปภาพ และในเชิง เวกเตอร์มุมฉากได้</p>	<p>1) นักเรียน สามารถเขียน อธิบายเกี่ยวกับ วิธีการคำนวณหา ค่าของขนาดของ เวกเตอร์ในระบบ พิกัดฉากสามมิติได้</p> <p>2) นักเรียน สามารถแก้ปัญหา เกี่ยวกับขนาดของ เวกเตอร์ในระบบ พิกัดฉากสามมิติได้</p> <p>3) นักเรียนมีความ มุ่งมั่นในการเรียน</p>	1

ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สาระการการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้ (ชั่วโมง)	เวลา (ชั่วโมง)
9		สาระการเรียนรู้ เวกเตอร์หนึ่ง หน่วยในระบบ พิกัดฉากสามมิติ	สาระสำคัญ  เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติ  เวกเตอร์ที่มีขนาดหนึ่งหน่วยและมีทิศทางเดียวกับเวกเตอร์ $\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$ มีขนาดเท่ากับ $\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$  ใด ๆ ที่ไม่ใช่เวกเตอร์ศูนย์คือ $\frac{\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}$  เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในสามมิติที่สำคัญคือ $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ , $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ และ $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ เพื่อความสะดวกจึงเขียนแทน $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ ด้วย $\bar{i}$ , $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ ด้วย $\bar{j}$ และ $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ ด้วย $\bar{k}$ ดังรูป	บวกลบ เวกเตอร์ในเชิง รูปภาพ และใน เชิงเวกเตอร์มุม ฉากได้	1) นักเรียนสามารถ เขียนอธิบายเกี่ยวกับ วิธีการคำนวณหาค่า เวกเตอร์หนึ่งหน่วยใน ระบบพิกัดฉากสาม มิติโดยใช้นิยามได้ 2) นักเรียนสามารถ แก้ปัญหาเกี่ยวกับ ขนาดของเวกเตอร์ หนึ่งหน่วยในระบบ พิกัดฉากสามมิติได้ 3) นักเรียนมีวินัยและ ความตรงต่อเวลา	1

ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน สาระการการเรียนรู้ สารสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
						





1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ จำนวน 9 แผน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น  
เสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา  
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
เนื้อหา การวัดประเมินผลและนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่  
ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้และแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อ  
พิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ดังนี้

1 อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ ค.ด. (วัดและประเมินผล) คณะ  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2 นางสุตารักษ์ นรินทร์รัมย์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่ม สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

3 นางสาวสิริพร ภูหัวดอน ศษ.ม. (การบริการการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่ม  
สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

4 รศ.ดร. ประสาท เนื่องเฉลิม (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์  
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร  
และการสอน

5 นางยุพิน พลเรือง วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ครู  
ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบ  
วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

โดยให้คะแนนในช่องที่ตรงความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมีระดับคุณภาพ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

1.7 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพของ  
แผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้(บุญชม ศรีสะอาด, 2555)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีคุณภาพต่ำมากหรือควรปรับปรุง

โดยค่าความเหมาะสมมีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.51-5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสิน ถือเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ได้ ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีค่าเฉลี่ย 4.68 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 ซึ่งหมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมมากที่สุด รายละเอียดตาราง จ\_8 หน้า 167

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการประเมินเรียบร้อยแล้วมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีประเด็นในการปรับแก้ไข ดังนี้ ปรับแก้ตัวอย่างเพื่อให้มีเหมาะสมกับเนื้อหาปรับแก้ตัวเลขและตัวหนังสือที่พิมพ์ผิด แล้วพิมพ์เป็นฉบับร่าง เพื่อไปทดลองสอนกับนักเรียนโดยดำเนินการทดลองสอน (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 จำนวนนักเรียน 47 คนซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 ชั่วโมง เพื่อหาข้อบกพร่องในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสื่อความหมายและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย นำข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลองมาปรับเวลาในการขั้นตอนการสอนและเนื้อหาให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนำไปใช้สอนกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจริงได้

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองแล้วมาปรับปรุงคำที่ใช้ในแต่ละชั้นและโจทย์ปัญหาบางข้อเป็นฉบับจริงเพื่อนำไปทดลองสอนจริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 จำนวน 51 คน โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 พร้อมทั้งศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนสารคามพิทยาคม จดมุ่งหมายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.2 ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ เทคนิคการสอนและรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบวิชาคณิตศาสตร์ และศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์

2.3 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบและวิธีการหาความเที่ยงตรงค่าอำนาจจำแนกค่าความยากง่ายของข้อสอบ และความเชื่อมั่น

2.4 กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด เพื่อสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเรื่อง เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อและจะใช้เป็นแบบทดสอบฉบับจริง 20 ข้อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.5 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเป็นข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ต้องการจริง 20 ข้อซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

ตาราง 6 กำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออกทั้งหมด	ที่ต้องการ
การบวกเวกเตอร์	-สามารถเขียนอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับการบวกเวกเตอร์ได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวกของเวกเตอร์ได้	3	2
การลบเวกเตอร์	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับการลบเวกเตอร์ได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการลบของเวกเตอร์ได้	3	2
การคูณเวกเตอร์ด้วย สเกลาร์	สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ได้ สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ได้	4	3
เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับนิยามเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้	3	2
ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับวิธีการคำนวณหาค่าของขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้	3	2

ตาราง 6 กำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออกทั้งหมด	ที่ต้องการ
เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติ	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับวิธีการคำนวณหาค่าเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติโดยใช้นิยาม -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติได้	4	3
เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับนิยามเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้	3	2
ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับวิธีการคำนวณหาค่าของขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้	3	2
เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติ	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับวิธีการคำนวณหาค่าเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติโดยใช้นิยามได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติได้	4	2
รวม		30	20

โดยคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์จากคะแนนสอบหลังเรียนแล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์เป็นร้อยละ 70 ใช้สถิติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดตามหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2551 แนวการปฏิบัติการวัดผลมีดังนี้ (กรมวิชาการ, 2542)

คะแนนร้อยละ 80 – 100 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม

คะแนนร้อยละ 75 – 79 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

อยู่ในระดับ ดีมาก

คะแนนร้อยละ 70 – 74 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ในระดับ ดี

คะแนนร้อยละ 65 – 69 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

อยู่ในระดับ ค่อนข้างดี

คะแนนร้อยละ 60 – 64 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

อยู่ในระดับ น่าพอใจ

คะแนนร้อยละ 55 – 59 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

อยู่ในระดับ พอใช้

คะแนนร้อยละ 50 – 54 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

อยู่ในระดับ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

คะแนนร้อยละ 0 – 49 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

อยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

2.6 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กับแบบทดสอบ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่วัดตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

โดยเลือกข้อสอบซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ไว้เพื่อนำไปทดลองใช้และหาคุณภาพของข้อสอบ

2.7 วิเคราะห์ข้อมูลการหาค่าดัชนี ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตร IOC (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ผลการประเมินพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.40 ถึง 1.00 แต่เลือกข้อสอบซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ไว้เพื่อนำไปทดลองใช้และหาคุณภาพของข้อสอบ

2.8 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจสอบแล้วนำไปทดลองสอบ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 จำนวนนักเรียน 47

2.9 นำผลการทดลองมาหาคุณภาพของข้อสอบ โดยการหาค่าอำนาจจำแนก (B) เป็นรายข้อแบบอิงเกณฑ์โดยวิธีของเบรนนัน (Brennan) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) และหาค่าความยาก (P) โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 และค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง

0.80 จำนวน 20 ข้อ โดยมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.56 และค่าความยากตั้งแต่ 0.37 ถึง 0.78

2.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ผลปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.53

2.11 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาแก้ไขปรับปรุง โดยมีประเด็น ดังนี้ ปรับภาษาที่ใช้ในการถามคำถาม เช่น กำหนด ก็เป็น กำหนดให้ และปรับตัวเลขที่บางตัวเครื่องหมายไม่มี และนำมาจัดพิมพ์ ให้เป็นฉบับสมบูรณ์ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อ

3. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยที่จำกัดคำตอบที่เรียนกว่าสถานการณ์ปัญหา จำนวน 10 ข้อ ใช้จริงจำนวน 5 ข้อ แบ่งขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาออกเป็น 4 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีคำสั่งและเว้นช่องว่างให้ตอบโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Score มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญ เพื่อใช้ในการออกข้อสอบ และสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อเป็นกรอบในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนข้อสอบที่ออกและที่ต้องใช้จริง

ตาราง 7 กำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออกทั้งหมด	ที่ต้องการ
การบวกเวกเตอร์	-สามารถเขียนอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับการบวกเวกเตอร์ได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวกของเวกเตอร์ได้	2	1

ตาราง 7 กำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออกทั้งหมด	ที่ต้องการ
การลบเวกเตอร์	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับการลบเวกเตอร์ได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการลบของเวกเตอร์ได้		
การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์		
เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับนิยามเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้		
ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับวิธีการคำนวณหาค่าของขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้	4	2
เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติ	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับวิธีการคำนวณหาค่าเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติโดยใช้นิยาม -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติได้		
เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับนิยามเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้	4	2

ตาราง 7 กำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออกทั้งหมด	ที่ต้องการ
ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับวิธีการคำนวณหาค่าของขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้ -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้		
เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติ	-สามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับวิธีการคำนวณหาค่าเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติโดยใช้นิยาม -สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติได้		
รวม		10	5

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ และนำแบบทดสอบเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง และตรวจสอบความสอดคล้องกับการวัดด้านกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.4 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบ Rubric Score โดยยึดเกณฑ์การให้คะแนนตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ดังนี้

ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	2 ( ดี ) 1 ( พอใช้ ) 0 ( ปรับปรุง )	-สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง -สำหรับความเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง -เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจผิดหรือไม่เข้าใจเลย



ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
2. การวางแผนแก้ปัญหา	2 ( ดี ) 1 ( พอใช้ ) 0 ( ปรับปรุง )	- สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง - สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง - สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาได้
3. ดำเนินการตามแผน	2 ( ดี ) 1 ( พอใช้ ) 0 ( ปรับปรุง )	- สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องทั้งหมด - สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง - สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถดำเนินการตามขั้นตอนได้
4. การตรวจคำตอบ	2 ( ดี ) 1 ( พอใช้ ) 0 ( ปรับปรุง )	- สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์ - สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด - สำหรับไม่ได้ระบุคำตอบหรือตอบผิดทั้งหมด

โดยคะแนนที่ได้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์จากคะแนนสอบหลังเรียนแล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์เป็นร้อยละ 70 ใช้สถิติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดตามหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2551 แนวการปฏิบัติการวัดผลมีดังนี้

คะแนนร้อยละ 80 – 100 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม

คะแนนร้อยละ 75 – 79 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ดีมาก

คะแนนร้อยละ 70 – 74 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ดี

คะแนนร้อยละ 65 – 69 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ค่อนข้างดี

คะแนนร้อยละ 60 – 64 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ น่าพอใจ

คะแนนร้อยละ 55 – 59 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ พอใช้

คะแนนร้อยละ 50 – 54 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

คะแนนร้อยละ 0 – 49 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

3.5 สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

- 1 อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ ค.ศ. (วัดและประเมินผล) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
- 2 นางสุตารักษ์ นรินทร์รัมย์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
- 3 นางสิริพร ภูหัวดอน ศษ.ม. (การบริการการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
- 4 นายสวัสดิ์ จันทร์นตรี วท.ม. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
- 5 นางยุพิน พลเรือง วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.6 นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

โดยเลือกข้อสอบซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ไว้เพื่อนำไปทดลองใช้และหาคุณภาพของข้อสอบ

3.7 วิเคราะห์ข้อมูลการหาค่าดัชนี ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์ ใช้สูตร IOC (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ผลการประเมินพบว่าค่า ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 แต่เลือกข้อสอบซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 ไว้เพื่อนำไปทดลองใช้และหาคุณภาพของข้อสอบ

3.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 จำนวนนักเรียน 47

3.9 วิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิคของวิทเนย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538) โดยพิจารณาค่าความยากที่มีค่าระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และเลือกแบบทดสอบจำนวน 5 ข้อ โดยมีค่าความยากตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.28 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.44 ถึง 0.56

3.10 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการของ ครอนบราค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ผลปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.59

3.11 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปจัดพิมพ์แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ใช้จริง จำนวน 15 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาตามลำดับขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดความพึงพอใจ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียน (นงค์เยาว์ ขลิบบูรินทร์, 2553)

4.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความพึงพอใจจากเอกสารตำราการวัดผลทางการศึกษา

4.3 สร้างแบบวัดความพึงพอใจ จำนวน 20 ข้อ ต้องการใช้จริง 15 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดระดับคะแนนความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ ได้แก่

ระดับ 5 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

4.4 นำแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา และข้อความที่แสดงถึงความพึงพอใจแล้วนำไปปรับปรุง โดยมีประเด็นดังนี้ ปรับภาษาที่ใช้ในการถามความพึงพอใจจาก ฉันทพอใจ ปรับ ขำพเจ้าพอใจ และภาษาที่ใช้ในสั้นลง เข้าใจง่าย และไม่กำกวม

4.5 นำแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมกับผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้องเหมาะสม ความชัดเจน ความครอบคลุมของข้อความกับสิ่งที่ต้องการวัด โดยใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้

- + 1 หมายถึง มั่นใจว่าคำถามนั้นมีความสอดคล้อง
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นมีความสอดคล้องหรือไม่
- 1 หมายถึง มั่นใจว่าคำถามนั้นไม่มีความสอดคล้อง

โดยเลือกข้อสอบซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ไว้เพื่อนำไปใช้วัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.6 วิเคราะห์ข้อมูลการหาค่าดัชนี ความสอดคล้อง ใช้สูตร IOC (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ผลการประเมินพบว่าค่า ดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 จำนวน 20 ข้อ แต่เลือกข้อสอบซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 จำนวน 15 ข้อ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ และตัดข้อที่มีความหมายคล้ายกัน เพื่อนำไปใช้วัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.7 พิมพ์แบบวัดความพึงพอใจเป็นฉบับจริงเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจริง

### 3.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่องแล้วนำไปปรับปรุงเพื่อนำไปทดลองใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนดังนี้

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษามหาสารคาม เขต 26 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 51 คน

2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยของนักเรียนที่ผ่านมา

3. ดำเนินการสอนตามขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 แผน เวลา 9 ชั่วโมง ใช้แบบฝึกทักษะแบบทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้

4. ทดสอบหลังเรียน (Post-test) เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แล้วให้นักเรียนทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ เวลา 1 ชั่วโมง แล้วตรวจให้คะแนนนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

5. ให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ เป็น ข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ เวลา 30 นาที

6. ทำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

7. นำข้อมูลที่ได้กับนักเรียนไปวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อสรุปผลการทดลอง ตามความมุ่ง หมายการวิจัยต่อไป

### 3.5 การจัดการกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การจัดการกระทำกับข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1.1 ตรวจให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดของตัวแปรแต่ละรายการ ตรวจสอบความถูกต้องและนำคะแนนไปวิเคราะห์ตามความมุ่งหมายของการวิจัย

1.2 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา ของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ตามความมุ่งหมายดังนี้

2.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ ในสามมิติ โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตาม เกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตร (E1/E2) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

2.2 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2.3 วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้เกณฑ์แปลความหมายโดยใช้แบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยใช้เกณฑ์แปลความหมายดังนี้

ช่วงคะแนน 4.51 – 5.00 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ช่วงคะแนน 3.51 – 4.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ช่วงคะแนน 2.51 – 3.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ช่วงคะแนน 1.51 – 2.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ช่วงคะแนน 1.00 – 1.50 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

## 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

### 1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1.1 การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตร IOC (Index of Item Objective Congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

เมื่อ  $IOC$  แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้  
 $\sum R_i$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน  
 $n$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.1.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
 ข้อสอบรายข้อ ใช้วิธีวิเคราะห์แบบอิงเกณฑ์ของเบรนนาน (Bernnan) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ  $B$  แทน ค่าอำนาจจำแนก  
 $U$  แทน จำนวนผู้รอบรู้หรือผู้สอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก  
 $L$  แทน จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือผู้สอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก  
 $N_1$  แทน จำนวนผู้รอบรู้ที่สอบผ่านเกณฑ์  
 $N_2$  แทน จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือผู้สอบไม่ผ่านเกณฑ์

1.1.3 การหาค่าความยาก (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ  
 เรียนข้อสอบรายข้อโดยใช้สูตร  $P$  ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

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

เมื่อ  $P$  แทน ค่าความยากของข้อสอบ  
 $R$  แทน จำนวนผู้ตอบถูก  
 $N$  แทน จำนวนคนทั้งหมด

1.1.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
 โดยใช้วิธีการของ โลเวท (Lovett) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum_{i=1}^n x_i - \sum_{i=1}^n x_i^2}{(k-1) \sum_{i=1}^n (x_i - c)^2}$$

เมื่อ  $r_{cc}$  แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $k$  แทน จำนวนข้อสอบ

$$\sum_c x_i \quad \text{แทน ผลรวมคะแนนข้อสอบทุกคน}$$

$$c \quad \text{แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ}$$

## 1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 1.2.1 การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตร

IOC (Index of Item Objective Congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

เมื่อ  $IOC$  แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R_i$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน

$n$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2.2 หาค่าความยากของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย โดยใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney & Sabers) (พร้อมพรรณ อุทมสิน, 2538)

$$P_E = \frac{S_u + S_l - (2n X_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ  $P_E$  แทน ดัชนีค่าความยาก

$S_u$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

$S_l$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

$X_{\max}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{\min}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

$n$  แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด

1.2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบทดสอบอัตนัย โดยใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney & Sabers) (พร้อมพรรณ อุทมสิน, 2538)

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

เมื่อ  $r$  แทน ค่าอำนาจจำแนก



$S_u$	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
$S_l$	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
$X_{\max}$	แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
$X_{\min}$	แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
$n$	แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด

1.2.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการของ ครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

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

เมื่อ $\alpha$	แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
$k$	แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$S_i^2$	แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ
$S_t^2$	แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

### 1.3 แบบวัดความพึงพอใจ

1.3.1 หาค่าความตรงของแบบวัดความพึงพอใจ ซึ่งคำนวณได้จากสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

เมื่อ $IOC$	แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
$\sum R_i$	แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน
$n$	แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

## 2. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ร้อยละ โดยใช้สูตรการคำนวณ (บุญชม ศรีสะอาด, 2555) ดังนี้

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

เมื่อ  $P$  แทน ร้อยละ

$f$  แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้อยู่ในรูปร้อยละ

$n$  แทน จำนวนสมาชิก

2.2 ค่าเฉลี่ย ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2555)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$  แทน ผลรวมของค่าทั้งหมด

$n$  แทน จำนวนสมาชิก

2.3 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2555)

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

เมื่อ  $S.D.$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$X$  แทน คะแนนแต่ละตัว

$n$  แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$\sum$  แทน ผลรวม

2.4 การหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 70/70 ใช้สูตร ( $E_1 / E_2$ )

(บุญชม ศรีสะอาด, 2555) มีสูตรดังนี้

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

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

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$E_2$  แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum x_i$  แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วนที่นักเรียนทุกคนทำได้

$\sum y_i$  แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนที่นักเรียนทุกคนทำได้

$A$  แทน คะแนนเต็มของทั้งหมด

$B$  แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$n$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

### 3. สถิติที่ใช้ทดสอบทดสอบสมมติฐาน

#### 3.1 คำนวณค่าสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สูตร t - test (One Sample)

(ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; df = n - 1$$

เมื่อ	$t$	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
	$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
	$s$	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

พูนุ ปณุกิตโต ชีวะ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

- 4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
- 4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
- 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$n$	แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{x}$	แทน ค่าเฉลี่ย
$S.D.$	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
%	แทน ร้อยละ (Percentage)
$E_1$	แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
$E_2$	แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
$t$	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
$\mu_0$	แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์

#### 4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวความคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวความคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง

เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์สามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยเสนอเป็น 4 ตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

โดยผู้วิจัยได้หาค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยคำนวณหาค่า  $E_1$  จากการทำใบงานของแต่ละแผน และประเมินแบบทดสอบย่อยท้ายแผน จำนวน 9 แผน และหาค่า  $E_2$  จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ดังตาราง 9

ตาราง 9 คะแนนการทำแบบฝึกทักษะ และประเมินแบบทดสอบย่อยท้ายแผน จำนวน 9 แผน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

คนที่	คะแนนรวมระหว่างเรียน			สัดส่วน 60 : 40			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(20)
	ใบงาน (27)	แบบทดสอบย่อย (27)	รวม (54)	ใบงาน (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	
1	23	23	46	51.11	34.07	85.19	17
2	20	24	44	44.44	35.56	81.48	14
3	19	23	42	42.22	34.07	77.78	19

ตาราง 9 คะแนนการทำแบบฝึกทักษะ และประเมินแบบทดสอบย่อยท้ายแผน จำนวน 9 แผน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (ต่อ)

คนที่	คะแนนรวมระหว่างเรียน			สัดส่วน 60 : 40			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(20)
	ใบงาน (27)	แบบทดสอบย่อย (27)	รวม (54)	ใบงาน (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	
4	18	21	39	40.00	31.11	72.22	16
5	20	23	43	44.44	34.07	79.63	15
6	20	23	43	44.44	34.07	79.63	15
7	21	25	46	46.67	37.04	85.19	15
8	22	24	46	48.89	35.56	85.19	16
9	21	23	44	46.67	34.07	81.48	17
10	20	23	43	44.44	34.07	79.63	15
11	18	24	42	40.00	35.56	77.78	14
12	23	25	48	51.11	37.04	88.89	20
13	19	24	43	42.22	35.56	79.63	14
14	19	23	42	42.22	34.07	77.78	12
15	21	25	46	46.67	37.04	85.19	14
16	21	24	45	46.67	35.56	83.33	14
17	20	25	45	44.44	37.04	83.33	15
18	20	24	44	44.44	35.56	81.48	18
19	18	23	41	40.00	34.07	75.93	14
20	21	24	45	46.67	35.56	83.33	14
21	20	24	44	44.44	35.56	81.48	14
22	23	25	48	51.11	37.04	88.89	15

ตาราง 9 คะแนนการทำแบบฝึกทักษะ และประเมินแบบทดสอบย่อยท้ายแผน จำนวน 9 แผน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (ต่อ)

คนที่	คะแนนรวมระหว่างเรียน			สัดส่วน 60 : 40			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(20)
	ใบงาน (27)	แบบทดสอบย่อย (27)	รวม (54)	ใบงาน (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	
23	21	23	44	46.67	34.07	81.48	16
24	20	26	46	44.44	38.52	85.19	14
25	18	24	42	40.00	35.56	77.78	14
26	25	25	50	55.56	37.04	92.59	17
27	19	23	42	42.22	34.07	77.78	16
28	24	24	48	53.33	35.56	88.89	18
29	22	25	47	48.89	37.04	87.04	17
30	24	25	49	53.33	37.04	90.74	16
31	19	24	43	42.22	35.56	79.63	14
32	22	24	46	48.89	35.56	85.19	16
33	24	24	48	53.33	35.56	88.89	19
34	25	26	51	55.56	38.52	94.44	15
35	20	24	44	44.44	35.56	81.48	14
36	20	22	42	44.44	32.59	77.78	14
37	19	24	43	42.22	35.56	79.63	14
38	24	25	49	53.33	37.04	90.74	18
39	22	23	45	48.89	34.07	83.33	16
40	20	23	43	44.44	34.07	79.63	15
41	20	24	44	44.44	35.56	81.48	14
42	20	25	45	44.44	37.04	83.33	15
43	21	24	45	46.67	35.56	83.33	17
44	19	24	43	42.22	35.56	79.63	14

ตาราง 9 คะแนนการทำแบบฝึกทักษะ และประเมินแบบทดสอบย่อยท้ายแผน จำนวน 9 แผน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (ต่อ)

คนที่	คะแนนรวมระหว่างเรียน			สัดส่วน 60 : 40			ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(20)
	ใบงาน (27)	แบบทดสอบย่อย (27)	รวม (54)	ใบงาน (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	รวม (100)	
45	21	23	44	46.67	34.07	81.48	16
46	20	23	43	44.44	34.07	79.63	14
47	21	25	46	46.67	37.04	85.19	14
48	21	25	46	46.67	37.04	85.19	15
49	19	24	43	42.22	35.56	79.63	14
50	21	24	45	46.67	35.56	83.33	15
51	20	22	42	44.44	32.59	77.78	17
$\sum X$	1058	1219	2277	2351.11	1805.93	4216.667	785
$\bar{X}$	20.75	23.90	44.65	46.10	35.41	82.68	15.39
<i>S.D.</i>	1.81	1.01	2.44	4.02	1.49	4.52	1.65
ร้อยละ	76.83	88.53	82.68	46.10	35.41	82.68	76.96
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ( $E_1 / E_2$ ) เท่ากับ 82.68 / 76.96							

จากตาราง 9 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินการทำใบงานของแต่ละแผน และประเมินแบบทดสอบย่อยท้ายแผน เท่ากับ 46.80 จากคะแนนเต็ม 54 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.68 แสดงว่าประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ( $E_1$ ) เท่ากับ 82.68 ส่วนผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.39 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.96 แสดงว่าประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เท่ากับ 76.96 ดังนั้นประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ( $E_1 / E_2$ ) เท่ากับ 82.68/76.96



ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	$n$	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	$S.D.$	$\mu_0(70\%)$	$t-test$	$p$
หลังเรียน	51	20	15.39	76.96	1.65	14	6.02	<.0001*

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 15.39 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.96 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตาราง 11 คะแนนการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คนที่	ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา	ขั้นดำเนินการตามแผน	ขั้นการตรวจสอบ	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (40)
1	10	8	10	0	28
2	8	8	8	7	31

ตาราง 11 คะแนนการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

คนที่	ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา	ขั้นดำเนินการตามแผน	ขั้นการตรวจสอบ	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (40)
3	8	8	10	9	35
4	10	9	9	8	36
5	10	10	10	9	39
6	10	10	10	9	39
7	10	10	10	9	39
8	10	9	10	9	38
9	10	9	10	9	38
10	10	10	10	7	37
11	10	10	10	7	37
12	10	10	10	7	37
13	10	10	10	8	38
14	10	9	8	6	33
15	10	10	8	7	35
16	10	10	9	6	35
17	10	10	8	7	35
18	10	10	8	7	35
19	6	6	6	5	23
20	10	10	8	7	35
21	10	10	10	3	33
22	10	10	9	8	37
23	8	6	10	5	29
24	10	10	10	3	33
25	10	9	8	7	34

ตาราง 11 คะแนนการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวความคิดการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

คนที่	ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา	ขั้นดำเนินการตามแผน	ขั้นการตรวจสอบ	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (40)
26	10	10	9	6	35
27	8	2	10	0	20
28	10	10	10	8	38
29	8	8	8	7	31
30	10	10	10	8	38
31	10	10	10	9	39
32	8	8	8	7	31
33	8	8	8	7	31
34	10	10	9	6	35
35	10	10	10	3	33
36	10	10	10	7	37
37	8	8	7	4	27
38	10	10	9	8	37
39	10	10	9	7	36
40	8	8	7	4	27
41	10	10	9	7	36
42	10	10	10	8	38
43	10	10	10	8	38
44	10	10	10	7	37
45	10	10	9	6	35
46	8	5	10	2	25
47	8	8	10	6	32
48	10	10	7	6	33

ตาราง 11 คะแนนการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวความคิดการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

คนที่	ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา	ขั้นดำเนินการตามแผน	ขั้นการตรวจสอบ	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (40)
49	10	10	9	6	35
50	10	10	9	6	35
51	10	10	10	9	39
$\bar{X}$	9.49	9.14	9.14	6.49	34.26
<i>S.D.</i>	0.97	1.58	1.06	2.16	4.29

จากตาราง 11 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 34.26 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.29 โดยคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบโพลยาแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหาเท่ากับ 9.49 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.97 คะแนน ขั้นการวางแผนแก้ปัญหาเท่ากับ 9.14 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.58 คะแนน ขั้นดำเนินการตามแผนเท่ากับ 9.14 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.06 คะแนน และขั้นการตรวจสอบเท่ากับ 6.49 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.16 คะแนน จากคะแนนเต็มขั้นตอนละ 10 คะแนน



ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์หาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชั้นทำความเข้าใจปัญหา  
 ขั้นการวางแผน ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบ  
 เสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
 ปีที่ 5

ความสามารถ ในการ แก้ปัญหา	<i>n</i>	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	<i>S.D.</i>	$\mu_0$ (70%)	<i>t-test</i>	<i>p</i>
ทำความเข้าใจปัญหา	51	10	9.49	94.90	0.97	7	18.39	<.0001*
ขั้นการ วางแผน	51	10	9.14	91.37	1.58	7	9.69	<.0001*
ดำเนินการ ตามแผน	51	10	9.14	91.37	1.06	7	14.42	<.0001*
การ ตรวจสอบ	51	10	6.49	64.90	2.16	7	-1.687	>.098*
หลังเรียน	51	40	34.26	85.64	4.29	28	10.42	<.0001*

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 12 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบ  
 เสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีคะแนนความสามารถใน  
 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชั้นทำความเข้าใจปัญหาเฉลี่ย 9.49 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 94.90  
 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขั้นการวางแผนแก้ปัญหาเฉลี่ย 9.14  
 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.37 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05  
 ขั้นดำเนินการตามแผนเฉลี่ย 9.14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.37 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมี  
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการ  
 ตรวจสอบเฉลี่ย 6.49 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.90 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนน  
 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทุกขั้นตอนเฉลี่ย 34.26 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.64  
 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์สามมิติ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 13 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์สามมิติโดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

ข้อที่	การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	ข้าพเจ้าชอบเนื้อหาที่เรียน	3.80	0.92	มาก
2	ข้าพเจ้าสนุกที่มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดหรือร้อนในการเรียน	4.04	0.80	มาก
3	ข้าพเจ้าชอบที่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	3.92	0.93	มาก
4	ข้าพเจ้าพอใจได้รับเนื้อหาครบถ้วนตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.24	0.68	มาก
5	ข้าพเจ้าพอใจเมื่อตอบคำถามได้ถูกต้อง	4.35	0.72	มาก
6	ข้าพเจ้าชอบที่ได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างเข้าใจ	4.04	0.80	มาก
7	ข้าพเจ้าชอบที่ได้ได้แสดงความคิดเห็นระหว่างเพื่อนและครู	4.10	0.73	มาก
8	ข้าพเจ้าชอบที่ได้ค้นคว้าคำตอบด้วยตัวเอง	3.88	0.82	มาก
9	ข้าพเจ้าชอบกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาเพราะทำให้จัดทำโจทย์ได้ดีมากขึ้น	3.78	0.83	มาก
10	ข้าพเจ้าพอใจที่ได้รับคำแนะนำเมื่อข้าพเจ้ามีปัญหาขณะปฏิบัติงาน	4.18	0.68	มาก
11	ข้าพเจ้าชอบที่มีสื่อการเรียนการสอนอย่างหลากหลาย	4.14	0.83	มาก
12	ข้าพเจ้าพอใจกับการจัดบรรยากาศการเรียนการสอน	4.08	0.87	มาก

ตาราง 13 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์สามมิติ โดยใช้แนวความคิดจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (ต่อ)

ข้อที่	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	ระดับความพึงพอใจ
13	ข้าพเจ้าพอใจในเกณฑ์การให้คะแนน	3.96	0.77	มาก
14	ข้าพเจ้าพอใจกับคะแนนแต่ละครั้งที่ทำ	3.82	0.89	มาก
15	ข้าพเจ้าสนุกกับเรียนการสอนแบบนี้	4.20	0.83	มาก
รวม		4.04	0.81	มาก

จากตาราง 13 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีความพึงพอใจเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.04$ )



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

วิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

5.2 สรุปผล

5.3 อภิปรายผล

5.4 ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์สามมิติ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



## 5.2 สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมาย ดังนี้

1. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 82.68/76.96 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70
2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีความพึงพอใจเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก

## 5.3 อภิปรายผล

จากผลการวิจัย การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.68/76.96 หมายความว่า คะแนนการทำใบงานของแต่ละแผนและประเมินแบบทดสอบย่อยท้ายแผน จำนวน 9 แผน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 82.68 และคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 76.96 จะเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แต่เดิมนักเรียนยังมีความสับสนในเรื่องการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขาดความเข้าใจในลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา ไม่รู้ว่าจะเริ่มแก้จากจุดไหน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความท้อ ไม่อยากแก้ปัญหา แต่เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการของโพลยา ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1.ขั้นทบทวน ความรู้เดิม 2.ขั้นสอนเนื้อหาใหม่โดยใช้กระบวนการของโพลยาในการแก้ปัญหา 3.ขั้นสรุป 4.ขั้นฝึก ทักษะ 5.ขั้นนำความรู้ไปใช้ และ6.ขั้นประเมินผล โดยขั้นที่ 1 เป็นการทบทวนความรู้เดิม โดยนักเรียน จะได้เตรียมความพร้อมในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ทำให้นักเรียนได้ฟื้นฟูความรู้ที่ตนมีอยู่นำมาปรับใช้ ในการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยจะถามคำถามเพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนมี การตอบคำถามได้ดี ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้นักเรียนได้เนื้อหาความรู้ผ่านการ สอน ใช้สื่อหรือใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสืบค้นหาความรู้ได้ด้วยตัวเองและให้ทำงาน โดยการนำเอา ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาเพื่อแก้ปัญหา โดยจะมุ่งให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของ โพลยา คือ ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจคำตอบ นักเรียน จะเรียนจากปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วจะใช้กระบวนการของโพลยาในการหาคำตอบ ส่งผลให้ นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่ต้องการทราบ สิ่งที่โจทย์กำหนด วางแผนในการใช้ข้อมูลและแสดงวิธีทำได ้อย่างชัดเจน จากนั้นขั้นที่ 3 เป็นการสรุป เป็นขั้นผู้สอนและนักเรียนจะร่วมกันสรุปเป็นองค์ความรู้ ร่วมกันที่จะสามารถนำไปในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนจะทำความรู้ที่ไปสืบค้นหาสรุปเป็นวิธีการของ ตัวเองและไปใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 เป็นการฝึกทักษะ เป็นขั้นที่จะให้นักเรียนได้ฝึกทักษะจาก การทำแบบฝึกหัดจากง่ายไปยาก โดยนำเอาสิ่งที่เรียนรู้และสรุปองค์ความรู้มาใช้ในการแสดงวิธีทำ ทำ ให้นักเรียนเข้าใจในกระบวนการที่ได้มาซึ่งคำตอบและสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ซึ่ง นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนจะนำความรู้ที่มี อยู่จากการสรุปองค์ความรู้และการทำแบบฝึกหัดมาใช้ในการทำโจทย์ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับ เหตุการณ์ในชีวิตประจำวันมากขึ้น และขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผลเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของ นักเรียน แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมุ่งเน้นที่การทำความเข้าใจให้ถ่อง แท้ และฝึกฝนจนชำนาญ ทำให้มีความเข้าใจลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหามากขึ้น มีความ กระตือรือร้นในการเรียน ทั้งนี้อาจเกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) จะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ โดยนักเรียนจะสร้าง ความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และกระบวนการ แก้ปัญหาของโพลยาเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายด้าน โดยเน้นให้นักเรียนได้ ค้นพบรูปแบบหรือวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2539) ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ ้อย่างถ่องแท้ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สูงทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบ พิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และได้รับ คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขจากผู้ที่มีประสบการณ์เป็นอย่างดี อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ยังมุ่งเน้น ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ทำความเข้าใจปัญหา และศึกษาวิธีแก้ไขปัญหตามลำดับ

ขั้นตอนด้วยตนเองทำให้นักเรียนที่ได้ทำกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ ดังกล่าวมีความเข้าใจ ปัญหาอย่างลึกซึ้ง และสามารถดำเนินแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ วิมาดา มงคลพิศ (2558) ที่ได้พัฒนาวิธีการเรียนรู้โดยผสมผสานแนวคิดของโพลยาและกลุ่มร่วมมือ เพื่อ พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของวิธีการเรียนรู้โดยผสมผสานแนวคิดของโพลยาและกลุ่มร่วมมือมีค่าเท่ากับ 79.95/77.26 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ในทำนองเดียวกันงานวิจัยของธีรวัฒน์ ลุนสะแกวงษ์ (2560) ได้ แก้ปัญหาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากรับ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นและเมทริกซ์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มเป้าหมายทั้งหมดจำนวน 17 คน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 71.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 60 จำนวน 16 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 94.12

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ในแต่ละขั้นตอนนั้นมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา โดยขั้นที่ 1 เป็นการทบทวนความรู้เดิม โดยนักเรียนจะได้เตรียมความพร้อมในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ทำให้นักเรียนได้ฟื้นฟูความรู้ที่ตนเองมีอยู่มาปรับใช้ในการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหา ใหม่ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้นักเรียนได้เนื้อหาความรู้ผ่านการสอน ใช้สื่อหรือใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนสืบ ค้นหาความรู้ได้ด้วยตัวเองและให้ทำงาน โดยการนำเอาปัญหาทางคณิตศาสตร์มาเพื่อแก้ปัญหา โดย จะมุ่งให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของโพลยา คือ ทำความเข้าใจปัญหา วางแผน แก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจคำตอบ ผู้เรียนจะเรียนจากปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว จะใช้กระบวนการของโพลยาในการหาคำตอบ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถบอกสิ่งที่ต้องการทราบ สิ่งที โจทย์กำหนด วางแผนในการใช้ข้อมูลและแสดงวิธีทำได้อย่างชัดเจน จากนั้นขั้นที่ 3 เป็นการสรุป เป็น ขั้นผู้สอนและนักเรียนจะร่วมกันสรุปเป็นองค์ความรู้ร่วมกันที่จะสามารถนำไปในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 เป็นการฝึกทักษะ เป็นขั้นที่จะให้นักเรียนได้ฝึกทักษะจากการทำแบบฝึกหัดจากง่ายไปยาก โดยนำเอา สิ่งที่เรียนรู้และสรุปองค์ความรู้มาใช้ในการแสดงวิธีทำ ทำให้นักเรียนเข้าใจในกระบวนการที่ได้มาซึ่ง คำตอบและสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ขั้นที่ 5 ชี้นำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียน จะนำความรู้ที่มีอยู่จากการสรุปองค์ความรู้และการทำแบบฝึกหัดมาใช้ในการทำโจทย์ปัญหาที่มีความ สอดคล้องกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันมากขึ้น และขั้นที่ 6 ชี้นำประเมินผลเป็นการตรวจสอบความ เข้าใจของนักเรียน แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมุ่งเน้นที่การทำ ความ เข้าใจให้ลึกซึ้งด้วยตัวเองเกิดเป็นความเข้าใจที่คงทนที่สามารถนำมาปรับใช้ในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริงได้ ทั้งนี้อาจเกิดจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เน้นให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการหาเหตุผล (สุพิน บุญชูวงศ์, 2538) จะทำให้ค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตัวเอง ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เป็นกระบวนการที่เน้นการวางแผนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2549) ที่จะทำให้นักเรียนได้รู้ว่าสิ่งที่ต้องการที่หาและจะใช้ข้อมูลอะไรมาช่วยในการหาคำตอบ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน จึงเป็นการส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเสาวนิตย์ อาจวิชัย (2561) ที่ได้การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เห็นได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา โดยขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการตอบคำถามในขั้นทบทวนความรู้เดิมมากขึ้น ขั้นที่ 2 ขึ้นสอนเนื้อหาใหม่ นักเรียนใช้เวลาในการสืบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาได้เร็วขึ้นและมีวิธีการที่หลากหลาย ขั้นที่ 3 ขึ้นสรุป นักเรียนสามารถสรุปและอภิปรายผลอย่างถูกต้องตามหลักการและแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ขั้นที่ 4 ขึ้นฝึกทักษะและขั้นที่ 5 ขึ้นนำความรู้ไปใช้ โดยนักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลำดับขั้นตอน แก้ปัญหาอย่างมีทิศทาง โดยมีกระบวนการในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน 1.ทำความเข้าใจ 2.การวางแผน 3.ดำเนินการตามแผน และ 4.ตรวจสอบคำตอบ โดยนักเรียนจะใช้ความเดิมและความรู้เรียนได้จากสืบเสาะและสรุปผลมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นที่ 6 ขึ้นประเมินผลนักเรียนสามารถเข้าใจและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาจะให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจปัญหา เพื่อใช้ในการวางแผนแก้ปัญหา แล้วให้นักเรียนได้ใช้ทักษะความรู้ของตนเองมาประกอบการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ แล้วจึงทำการตรวจสอบคำตอบอีกครั้งเพื่อความถูกต้องแม่นยำ ทั้งนี้อาจเกิดจากกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายด้าน โดยเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบรูปแบบหรือวิธีการแก้ปัญหด้วยตัวเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2539) ทำให้นักเรียนเข้าใจได้อย่างถ่องแท้ อีกทั้งผู้วิจัยได้นำการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมจัดกิจกรรมด้วย ซึ่งจะช่วยส่งเสริมในเรื่องของการฝึกฝนทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญ และเน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาที่

ถูกต้อง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์และสร้างสรรค์ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545) ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจปัญหาและหาแนวทางแก้ไขปัญหาคิดถึงขั้น สอดคล้องกับวิจัยของพิมพ์ลดา สีนธนูวา และคณะ (2559) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของเสาวนิตย์ อาจวิชัย (2561) ที่ได้การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีความพึงพอใจเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก เห็นได้จากการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยขั้น 1 ทบทวนความรู้เดิมนักเรียน มีการตอบคำถามที่เยอะขึ้นและถูกต้อง ขั้น 2 การสอน นักเรียนการสืบเสาะหาความรู้หาวิธีการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นและหาคำตอบได้ถูก ขั้น 3 การสรุป นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน มีการอภิปรายผลร่วมกันในชั้นเรียน รวมถึงความกระตือรือร้นในการฝึกฝนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ สังเกตได้จากการทำใบงาน เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย กล้าสอบถามครูเพื่อหาแนวทางแก้ไข ขั้น 5 นำความรู้ไปใช้ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่มาจากความรู้เดิมและจากการอภิปรายผลมาใช้ และกล้าที่จะแสดงวิธีทำที่ต่างกันไป และกระบวนการของโพลยา นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องในแต่ละขั้นตอน ซึ่งการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาจะเน้นที่ตัวนักเรียน คือให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเองได้ใช้ข้อมูลความรู้ความสามารถของตนเองที่มีอยู่แก้ไขปัญหตามกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำคอยอำนวยความสะดวก ทำให้นักเรียนไม่เกิดความกดดันที่จะต้องปฏิบัติตามคำสั่ง ได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบนอกจากนั้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ยังมีขั้นตอนของการสรุปความรู้ร่วมกันทำให้นักเรียนได้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจซึ่งกันและกัน และมีการฝึกทักษะคือการฝึกทำแบบฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญ ทั้งนี้อาจเกิดจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นการสอนที่เน้นการแสวงหาความรู้ที่ให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตัวเอง

(ภพ เลหาไพบูลย์, 2542) ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียน และกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาเป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน เน้นให้นักเรียนได้ค้นพบรูปแบบหรือวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2539) ทำให้นักเรียนได้อยู่กับตัวเอง และได้ฝึกฝนตนเองอย่างสม่ำเสมอเมื่อประสบปัญหาต่าง ๆ นักเรียนก็สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเองที่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับวิมาดา มงคลพิศ (2558) ที่ได้ประเมินผลการใช้วิธีการเรียนรู้โดยผสานแนวคิดของโพลยาและกลุ่มร่วมมือ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยผสานแนวคิดของโพลยาและกลุ่มร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด

#### 5.4 ข้อเสนอแนะ

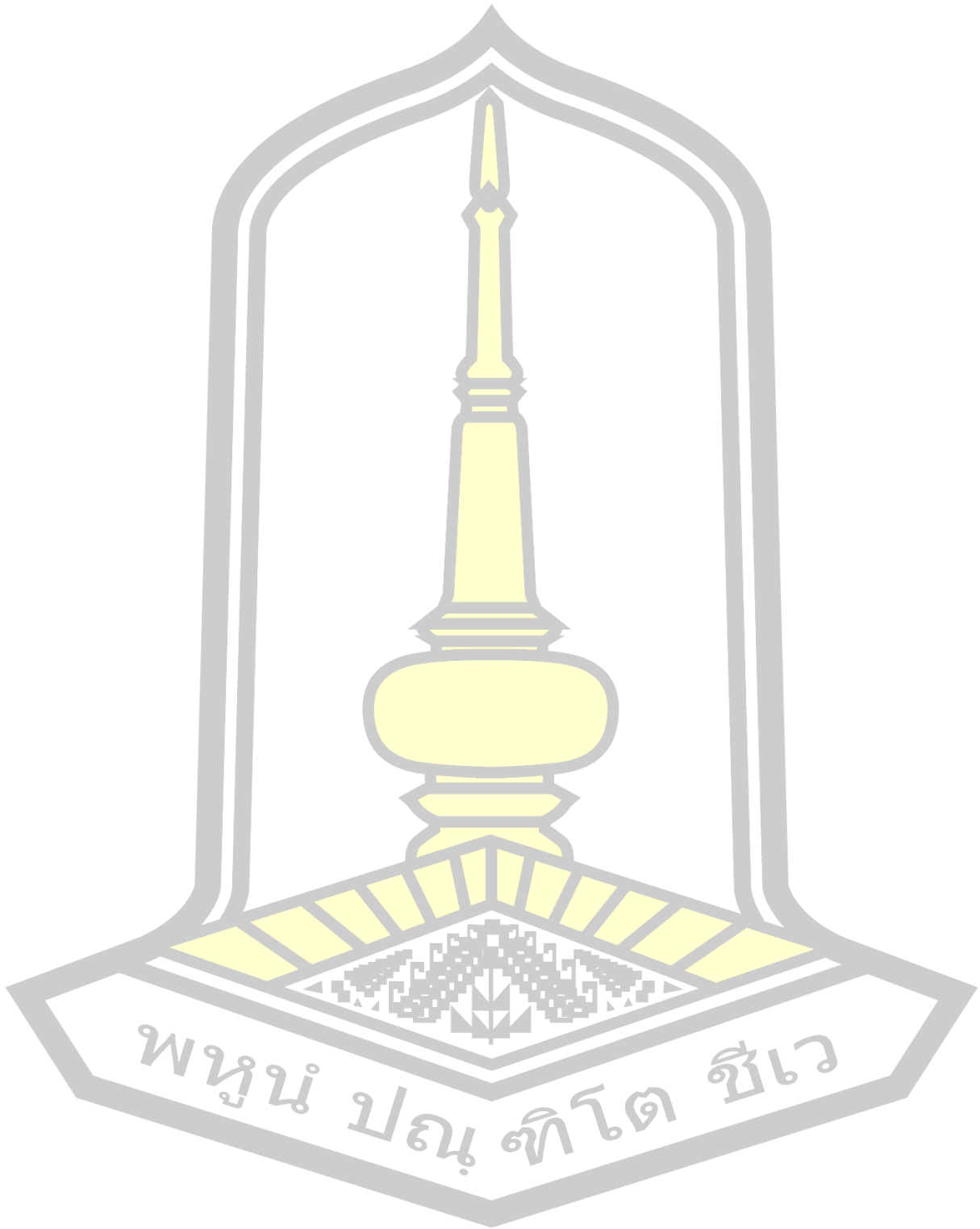
##### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

- 1.1 ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาควรมีการวางแผนเรื่องเวลาและจัดเตรียมเนื้อหาในแม่นยำและสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.2 ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมครูผู้สอนจะต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างทั่วถึงและให้คำปรึกษาแนะนำกับนักเรียนที่มีข้อสงสัย
- 1.3 ผู้สอนควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของห้องเรียนเพื่อให้เหมาะแก่การเรียนรู้ เช่น มีการแทรกความรู้อื่นๆ เพื่อไม่ให้เนื้อหาน่าเบื่อจนเกินไป
- 1.4 ครูควรกำหนดเวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียนในการศึกษาใบความรู้ และทำแบบฝึกหัดแต่ละครั้งเพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมอย่างเพียงพอ

##### 2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

- 2.1 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หรือกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบอื่นๆ
- 2.2 ควรมีการศึกษาผลที่เกิดจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆ หรือในระดับชั้นอื่น

บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กนกกาญจน์ ศรีตะวัน. (2554). ผลการใช้ชุดฝึกทักษะการอ่านเพื่อจับใจความโดยใช้การเรียนรู้ แบบร่วมมือเทคนิค ซี ไอ อาร์ ซี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ศาสตรมหาวิทาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- กรมวิชาการ. (2542). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ. (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งหนังสือและพัสดุ.
- กรมวิชาการ. (2549). แนวทางการดำเนินงานปฏิรูปการเรียนการสอนตามเจตนารมณ์กระทรวงศึกษาธิการ “2549 ปีแห่งการปฏิรูปการเรียนการสอน.” กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐาน.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2539). คู่มือครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤษณา ชาญวิชานนท์. (2550). การเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านภาษาไทยและความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการเรียนรู้แบบรายบุคคล. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- กัญญา โปธิวัฒน์. (2542). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. สถาบันราชภัฏสุรินทร์.
- กาญจนา อรุณสุขรุจี. (2546). ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ต่อการดำเนินงานของสหกรณ์การเกษตรไชยปราการ จำกัด อำเภอไชยปราการจังหวัดเชียงใหม่. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.



- จรรยา อัจฉาญ. (2549). *หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประถมศึกษา*. มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.
- จรรยา จิยโชค. (2531). *โจทย์ปัญหา : สัมฤทธิ์ผลและขั้นตอนการสอน*. กรุงเทพฯ: พัฒนาพานิชย์.
- ชรินทร์ สงสกุล. (2559). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด*. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- ชวลิต ชุกก่าแพง. (2551). *การพัฒนาหลักสูตร*. มหาสารคาม: ทีคิวพี จำกัด.
- ชวลิต ชุกก่าแพง. (2553). *การพัฒนาหลักสูตรและการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2539). *เอกสารประกอบการสอนวิชาการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในโรงเรียน (Mathematics Activities in Schools)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชำนาญ โพธิคลัง. (2547). *การพัฒนาคุณภาพการศึกษาโดยใช้กิจกรรมเพื่อนคู่คิดในโรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาลจังหวัดร้อยเอ็ด*. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจ อินเทอร์เน็ตโปรดักส์.
- ณัฐกฤตา ปัตตลาโพ. (2553). *ผลของการใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องการประยุกต์อัตราส่วนและร้อยละต่อทักษะการให้อภัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง. (2545). *ผู้เรียนเป็นสำคัญและการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ของครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: เยลโล่การพิมพ์.
- ทวีพงษ์ หินคำ. (2541). *ความพึงพอใจของประชาชนต่อการบริหารงานสุขาภิบาลริมใต้ จังหวัดเชียงใหม่*. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทศนา แคมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- ธีรวัฒน์ ลุนสะแกงษ์. (2560). *การแก้ปัญหาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นงค์เยาว์ ขลิบบรินทร์. (2553). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง ความเป็นจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เทคนิค TAI*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นิตา สะเพียรชัย. (2520). *ข่าวสารสถาบันสงฆ์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. ข่าวสาร สสวท. 4, 3-4.

- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ ๑). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). *การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ ๑). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2555). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ ๑). กทม. : ประสานการพิมพ์.
- ประกาศิต อานภาพแสนยากร. (2556). *การจัดการเรียนรู้*. มหาสารคาม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). “การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสาระตะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พรรณิ ชูทัยเงินจิต. (2545). *จิตวิทยาการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ ๑). กรุงเทพฯ: เสริมสินทรัพย์เพรสส์.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พิชิต ฤกษ์จรูญ. (2551). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อยู่: ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพมหานคร: วิทยาลัยการฝึกหัดครูมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- พิมพ์ลดา สินธุนาวา และคณะ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*.
- ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. (2545). *สัมมนาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. เอกสารประกอบการเรียน วิชา 506713: สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ฟ้ามู่ สุกัญศีล. (2548). *ความพึงพอใจต่อการให้บริการของสำนักงานเลขาธิการคณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2540). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- ภิญญดา กลับแก้ว. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียวโดยใช้รูปแบบ SSCS โรงเรียน มอ.วิทยานุสรณ์ จังหวัดสงขลา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2548). การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- โรงเรียนสารคามพิทยาคม. (2561). ข้อมูลโรงเรียนสารคามพิทยาคม[ออนไลน์]. Retrieved from [www.spk.ac.th](http://www.spk.ac.th)
- วรรณวิภา สุทธเกียรติ. (2542). การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2452). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: เลิฟ แอนด์เลิฟเพรส.
- วิภาดา งานสม. (2555). เทคนิคการเรียนรู้แบบหมวกความคิด 6 ใบและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ (สาระเพิ่มเติม) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิมาดา มงคลพิศ. (2558). การพัฒนาวิธีการเรียนรู้โดยผสมแนวคิดของโพลยาและกลุ่มร่วมมือ เพื่อพัฒนาทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.
- วิลาวรรณ จันโทวาท. (2560). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย ใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2561). ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการสอบ O-NET ป.6 ม.3 และ ม.6 ปีการศึกษา 2560 จำแนกตามวิชา (คะแนนเต็ม 100 คะแนน).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555a). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *เอกสารประกอบการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กทม. : ประสานการพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *เทคนิคการสอนและรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ วิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กทม. : ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ กาญจนารักพงศ์. (2548). *เคล็ดลับ : วิธีคิดและวิธีสร้างนวัตกรรมสำหรับครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: ธารอักษร.
- สรชัย พิศาลบุตร. (2550). *การสร้างและประมวลผลข้อมูลจากแบบสอบถาม*. กรุงเทพฯ: วิทย์พัฒนา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). *ปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สุรสภาลาดพร้าว.
- สุจินดา พุทธานู. (2544). *การสร้างชุดการสอนเพื่อฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุพัฒนา คุ่มพงษ์. (2546). *การสร้างชุดการสอนวิชาเศรษฐศาสตร์ เรื่องเศรษฐศาสตร์ครอบครัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุพิน บุญชูวงศ์. (2538). *หลักการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ ๑). กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาระบบความคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- เสาวนิตย์ อาจวิชัย. (2561). *การพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 24*.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). *หลักการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ ๑). กรุงเทพฯ: โอเอสพริ้นติ้งเฮาส์.
- อารีย์ สุขใจวรเวทย์. (2553). *การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E*. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Adums, E. and B. (1997). *Teaching Mathematics with Emphasis in the Diagnostic Approach*. New York: Harper & Row, Publishers.
- Byerley, A. J. (2002). *Using Multimedia and "Active Learning" Techniques to "Energize" An Introductory Engineering Thermodynamics Class*. Frontiers in Education Conference.

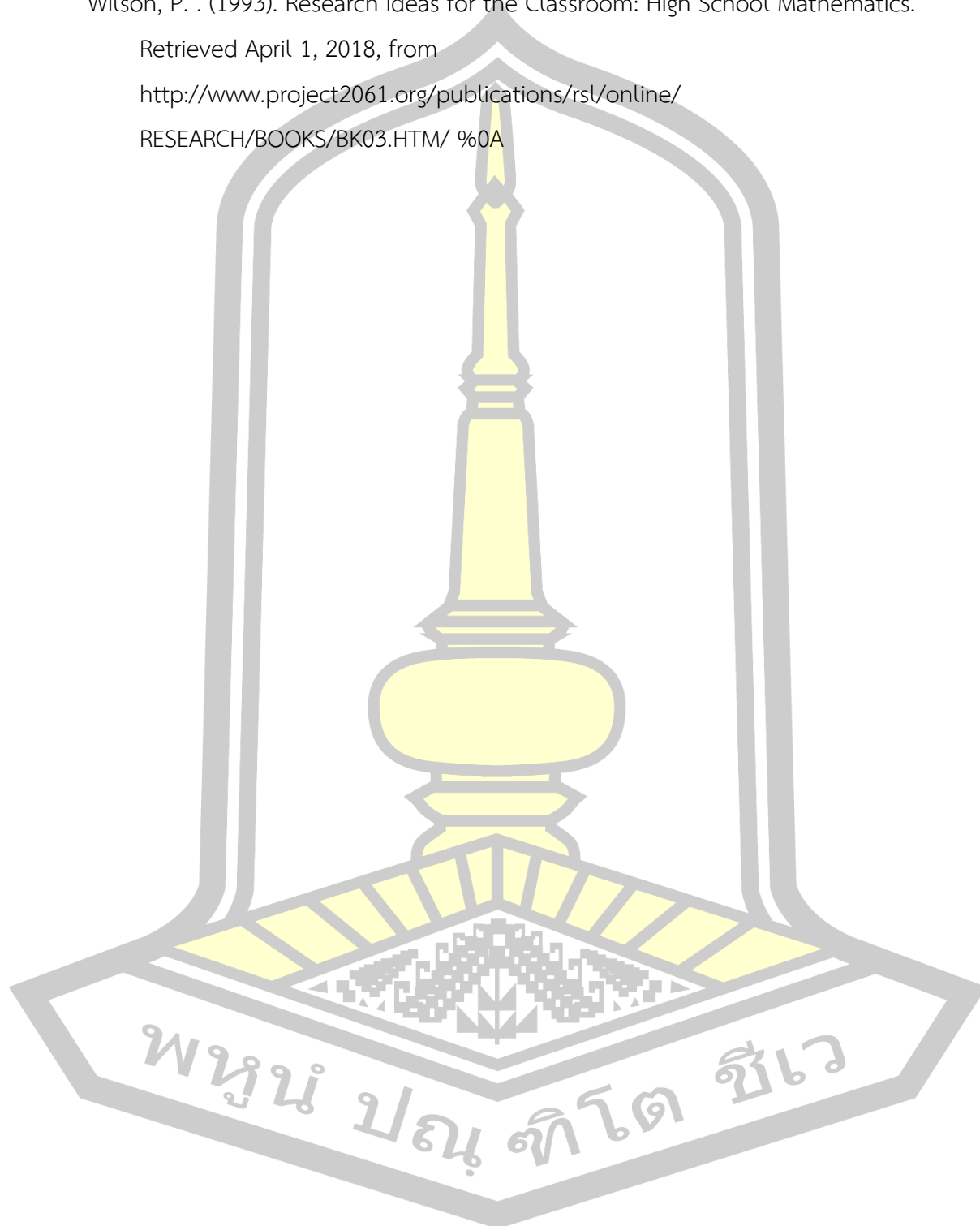
- Campos Daniel Gerardo. (2006). *The Discovery of Mathematical Probability Theory : A Case Study in the Logic of Mathematical Inquiry*. Dissertation Abstracts International.
- Carin, Arthur A. & Sund, R. B. (1980). *Teaching Science Through Discovery*. Columbus, OH: Charles E. Merrill.
- Charles, R. & Lester, F. K. (1982). *Teaching Problem Solving : What, Why & How*. Palo Alto, CA: Dale Seymour Publications.
- Gagné, R. M. (1985). *The Conditions of Learning and Theory of Instruction 4th Edition*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Hartsfield, E. & B. (1993). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle Schools*. Boston MA: Allyn and Bacon.
- Hovermill Jeffrey Allen. (2004). *Technology Supported Inquiry in Mathematics and Statistics With Fathom : A Professional Development Project*. *Dissertation Abstracts International*, 64(07), 2416-A.
- Krulik, S. & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem Solving*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Levin, T. (1979). *Instruction Which Enable Students to Develop Higher Mental Process (Evaluation)*.
- Millis, Barbara J; & Cottell, P. G. (1998). *Cooperative Learning For Higher Education Faculty*. U.S.A. Phoenix: Oryx Press.
- Polya.G. (1973). *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Polya.G. (1980). *On solving mathematics*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Polya.G. (1985). *How to Solve It (2nd ed)*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Reys, R. E., & other. (1992). *Helping Children Learn Mathematics (3rd ed)*. Boston MA: Allyn and Bacon.
- Tafoya and other. (1960). *Assessing Inquiry Potential : A tool for CURRICULUM decision Making*. *School Science and Mathematics*, 80(1), 43-48.

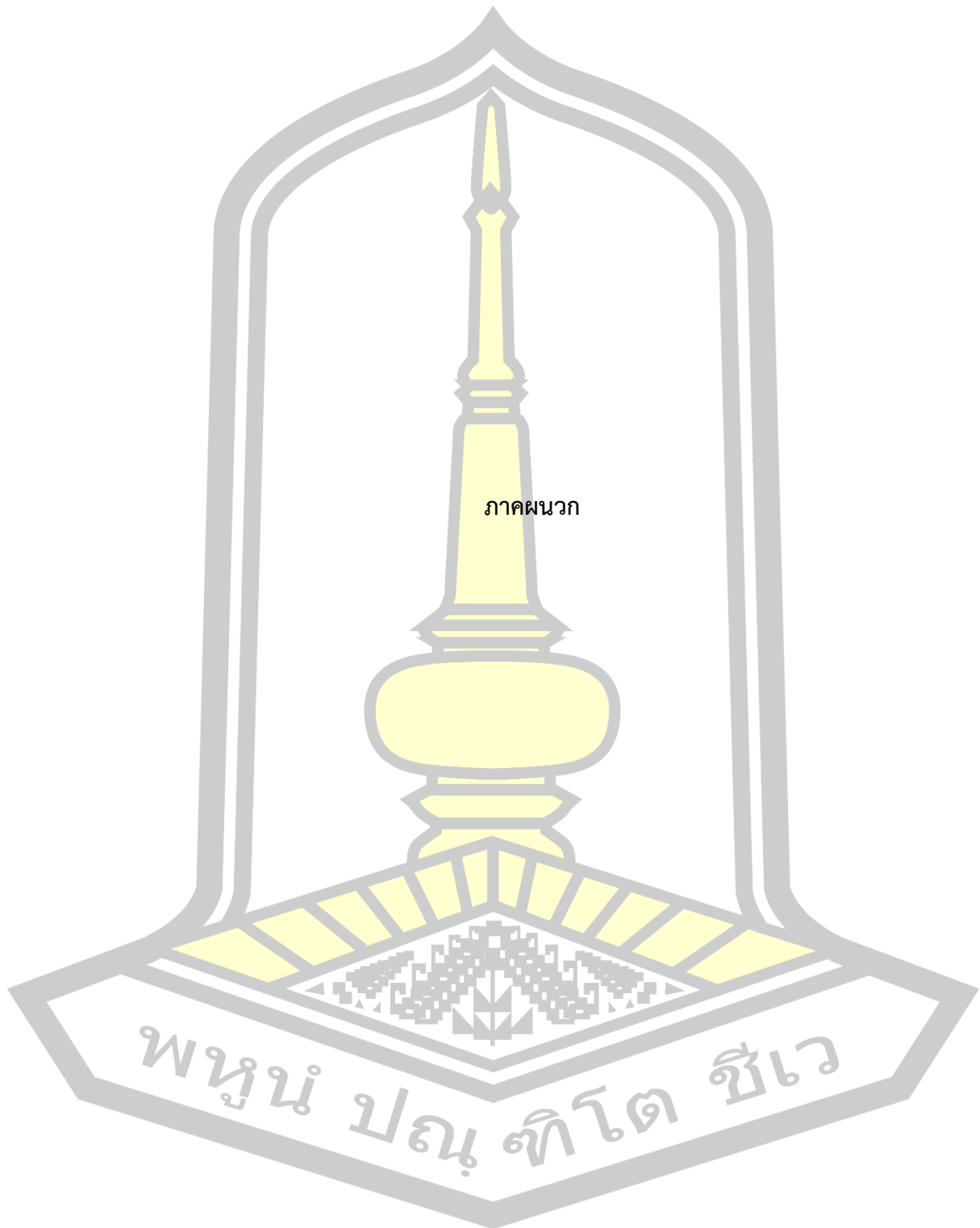
Wilson, P. . (1993). Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics.

Retrieved April 1, 2018, from

<http://www.project2061.org/publications/rsl/online/>

RESEARCH/BOOKS/BK03.HTM/ %0A







ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการ  
แก้ปัญหาของโพลยา

พหุบัณฑิตวิทโย ชีวะ



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ เวกเตอร์ในสามมิติ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ย่อยเรื่อง: การบวกเวกเตอร์

วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปี

ที่ 5 เวลา 1 คาบ

ภาคเรียนที่ 2/2561

## 1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุกฉากได้

## 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

## 2.1 ด้านความรู้

นักเรียนสามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับการบวกเวกเตอร์ได้

## 2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวกของเวกเตอร์ได้

## 2.3 ด้านคุณลักษณะ

นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการเรียน

## 3. สาระการเรียนรู้

การบวกเวกเตอร์

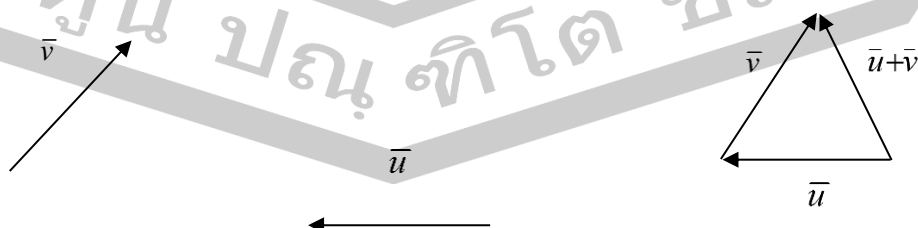
## 4. สาระสำคัญ

การบวกเวกเตอร์

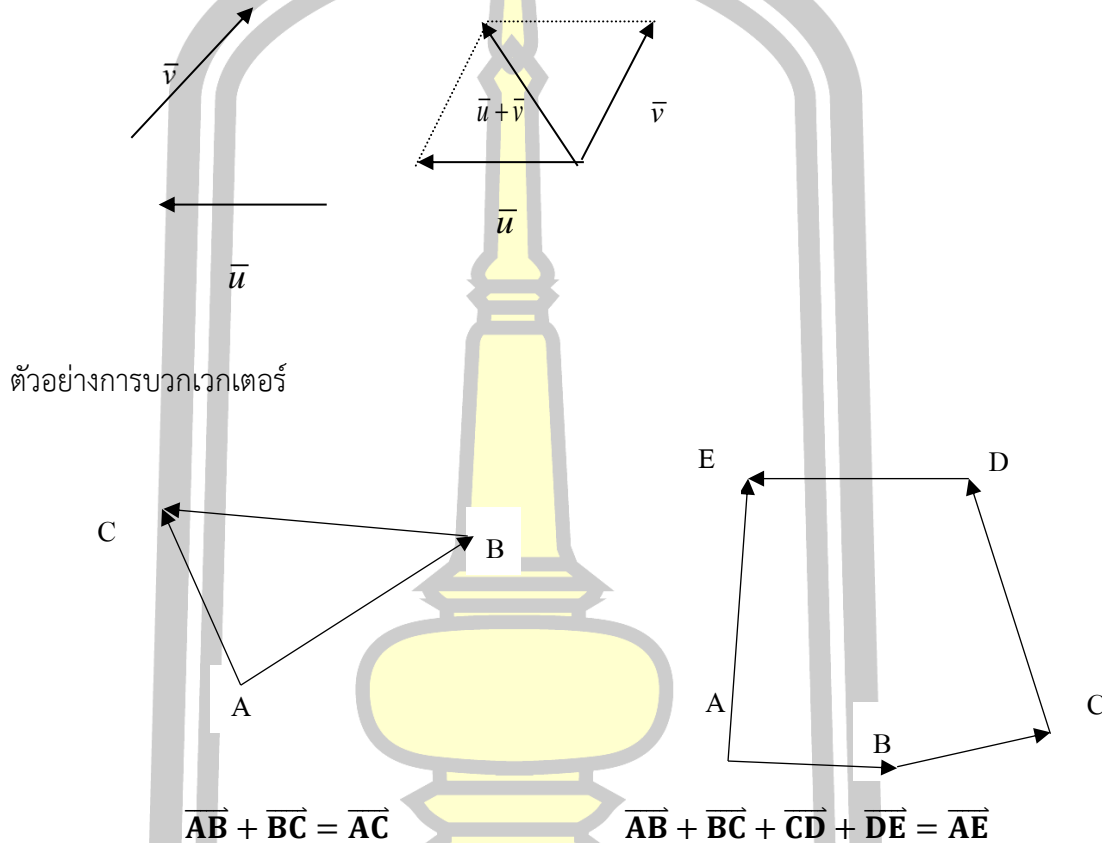
บทนิยาม ให้  $\vec{u}$  และ  $\vec{v}$  เป็นเวกเตอร์ใดๆ เลื่อน  $\vec{v}$  ให้จุดเริ่มต้นของ  $\vec{v}$  อยู่ที่จุดสิ้นสุดของ  $\vec{u}$  ผลบวกของ  $\vec{u}$  และ  $\vec{v}$  เขียนแทนด้วย “ $\vec{u} + \vec{v}$ ” คือ เวกเตอร์ที่มีจุดเริ่มต้นที่จุดเริ่มต้นของ  $\vec{u}$  และจุดสิ้นสุดอยู่ที่จุดสิ้นสุดของ  $\vec{v}$

การบวกเวกเตอร์มี 2 วิธี ดังนี้

1. บวกเวกเตอร์โดยให้จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์หนึ่งอยู่ที่จุดสิ้นสุดของอีกเวกเตอร์หนึ่ง (หางต่อหัว)



2. บวกเวกเตอร์โดยให้จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสองอยู่ที่จุดเดียวกัน แล้วสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ผลลัพธ์คือเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ลากจากจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสอง(ทางต่อหาง)



สมบัติของการบวกเวกเตอร์

ให้  $\vec{u}$ ,  $\vec{v}$  และ  $\vec{w}$  เป็นเวกเตอร์ใดๆ ในระนาบแล้ว

1.  $\vec{u} + \vec{v}$  เป็นเวกเตอร์ในระนาบ (สมบัติปิด)
2.  $\vec{u} + \vec{v} = \vec{v} + \vec{u}$  (สมบัติการสลับที่)
3.  $(\vec{u} + \vec{v}) + \vec{w} = \vec{u} + (\vec{v} + \vec{w})$  (สมบัติการเปลี่ยนหมู่)
4.  $\vec{0} + \vec{u} = \vec{u} + \vec{0} = \vec{u}$  (เอกลักษณ์การบวก)
5.  $\vec{u} + (-\vec{u}) = (-\vec{u}) + \vec{u} = \vec{0}$  (อินเวอร์สการบวก)
6. ถ้า  $\vec{u} = \vec{v}$  แล้วจะได้  $\vec{u} + \vec{w} = \vec{v} + \vec{w}$
7. ถ้า  $\vec{u} + \vec{w} = \vec{v} + \vec{w}$  แล้วจะได้  $\vec{u} = \vec{v}$

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นทบทวนความรู้เดิม

- ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความหมายของเวกเตอร์ โดยครูถามว่าเวกเตอร์คืออะไร  
-นักเรียนตอบว่าเวกเตอร์คือ ปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง
- จากคำตอบที่นักเรียนแต่ละคนตอบ ครูเชื่อมโยงคำตอบของนักเรียนเข้าสู่เนื้อหาที่เรียนเกี่ยวกับการบวกเวกเตอร์ โดยการเขียนกระดานว่า นาย ก ขับรถจากบ้านไปบ้านนาย ข ทางทิศเหนือเป็นระยะทาง 100 เมตร และ นาย ก ขับรถไปบ้านนาย ค ทางทิศตะวันออก 200 เมตร ทั้งสองประโยชน์นี้เป็นเวกเตอร์หรือไม่  
- นักเรียนตอบว่าเป็นเพราะประโยชน์บอกทั้งระยะทางและทิศทาง

### ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

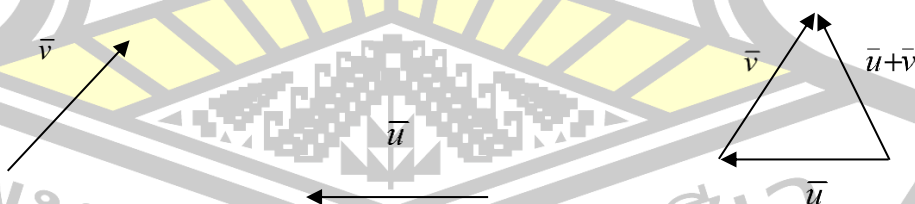
- ครูให้ บทนิยาม 1 เกี่ยวกับการบวกเวกเตอร์ และสมบัติเกี่ยวกับการบวกของเวกเตอร์ พร้อมยกตัวอย่าง

การบวกเวกเตอร์

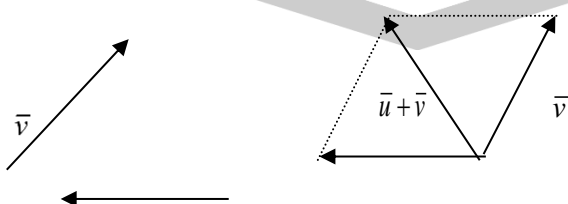
บทนิยาม ให้  $\vec{u}$  และ  $\vec{v}$  เป็นเวกเตอร์ใดๆ เลื่อน  $\vec{v}$  ให้จุดเริ่มต้นของ  $\vec{v}$  อยู่ที่จุดสิ้นสุดของ  $\vec{u}$  ผลบวกของ  $\vec{u}$  และ  $\vec{v}$  เขียนแทนด้วย “ $\vec{u} + \vec{v}$ ” คือ เวกเตอร์ที่มีจุดเริ่มต้นที่จุดเริ่มต้นของ  $\vec{u}$  และจุดสิ้นสุดอยู่ที่จุดสิ้นสุดของ  $\vec{v}$

การบวกเวกเตอร์มี 2 วิธี ดังนี้

- บวกเวกเตอร์โดยให้จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์หนึ่งอยู่ที่จุดสิ้นสุดของอีกเวกเตอร์หนึ่ง (หางต่อหัว)



- บวกเวกเตอร์โดยให้จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสองอยู่ที่จุดเดียวกัน แล้วสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ผลลัพธ์คือเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ลากจากจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสอง (หางต่อหาง)



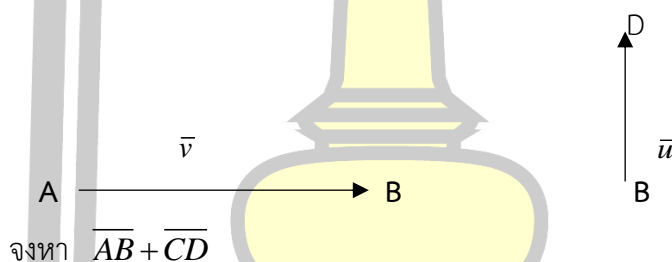
## สมบัติของการบวกเวกเตอร์

ให้  $\vec{u}$ ,  $\vec{v}$  และ  $\vec{w}$  เป็นเวกเตอร์ใดๆ ในระนาบแล้ว

1.  $\vec{u} + \vec{v}$  เป็นเวกเตอร์ในระนาบ (สมบัติปิด)
2.  $\vec{u} + \vec{v} = \vec{v} + \vec{u}$  (สมบัติการสลับที่)
3.  $(\vec{u} + \vec{v}) + \vec{w} = \vec{u} + (\vec{v} + \vec{w})$  (สมบัติการเปลี่ยนหมู่)
4.  $\vec{0} + \vec{u} = \vec{u} + \vec{0} = \vec{u}$  (เอกลักษณ์การบวก)
5.  $\vec{u} + (-\vec{u}) = (-\vec{u}) + \vec{u} = \vec{0}$  (อินเวอร์สการบวก)
6. ถ้า  $\vec{u} = \vec{v}$  แล้วจะได้  $\vec{u} + \vec{w} = \vec{v} + \vec{w}$
7. ถ้า  $\vec{u} + \vec{w} = \vec{v} + \vec{w}$  แล้วจะได้  $\vec{u} = \vec{v}$

4. ครูตั้งปัญหาเกี่ยวกับการบวกเวกเตอร์โดยเขียนขึ้นกระดานแล้วให้นักเรียนทุกคนจดลง

สมุด



5. ครูให้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยาเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาแบบเป็นขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

6. ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจของปัญหา จากนั้นให้นักเรียนฝึกการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อระบุสิ่งปัญหาที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ

1. เวกเตอร์  $\vec{AB}$ ,  $\vec{BD}$

2. หา  $\vec{AB} + \vec{BD}$

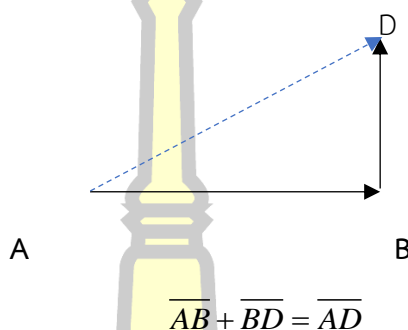
ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา

7. ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหา โดยครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนนำข้อมูลต่างๆที่ได้จากขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหามาออกแบบลำดับขั้นตอนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และให้นักเรียนบอกว่าต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง

### ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

8. ครูถามนักเรียนว่าปัญหาข้อนี้ต้องการทราบอะไร เพื่อให้ให้นักเรียนกำกับเป้าหมายในการแก้ปัญหาของนักเรียน

9. ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาจนกระทั่งได้คำตอบ โดยครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนสามารถดำเนินการได้ตามแผนที่วางไว้



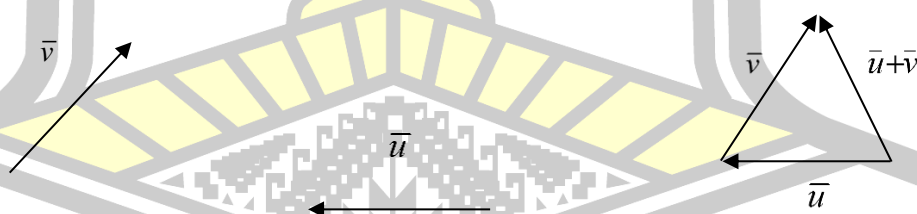
### ขั้นที่ 4 การตรวจคำตอบ

10. ครูให้นักเรียนตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินการอีกครั้งว่าได้หาสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบหรือไม่ และตรวจสอบคำนวณถูกต้องแล้วหรือยัง

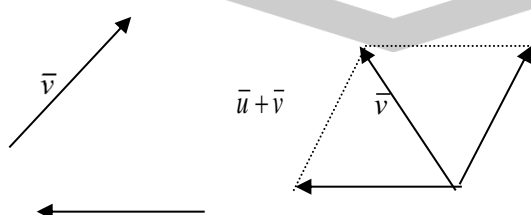
### ขั้นสรุป

11. ครูให้นักเรียนสรุปว่าการบวกเวกเตอร์มีแบบใดบ้าง

1. บวกเวกเตอร์โดยให้จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์หนึ่งอยู่ที่จุดสิ้นสุดของอีกเวกเตอร์หนึ่ง (ทางต่อหัว)



2. บวกเวกเตอร์โดยให้จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสองอยู่ที่จุดเดียวกัน แล้วสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ผลลัพธ์คือเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ลากจากจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสอง (ทางต่อหาง)



๓

### ขั้นฝึกทักษะ

12. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 1 เป็นรายบุคคล

13. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ ว่านักเรียนตอบถูกแล้วหรือยัง ถ้าคำตอบยังไม่ตรงกัน ครูจะเฉลยคำตอบที่ถูกอีกครั้ง

### ขั้นนำความรู้ไปใช้

14. ครูจำลองสถานการณ์ในประจำวันโดยตั้งโจทย์แล้วให้นักเรียนทำใส่สมุดรายบุคคล นายโจ้ขับรถจากบ้านไปบ้านนายโจ้ทางทิศเหนือจากบ้านนายโจ้เป็นระยะทาง 300 เมตร จากนั้นขับไปบ้านนายจอน ทางทิศตะวันออกเป็นระยะอีก 400 เมตร ทหาระยะทางระหว่างบ้านนายโจ้และนายจอนว่ามีระยะทางเท่าไร

### ขั้นประเมินผล

15. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายแผน เวลา 5 นาที แล้วก็ให้นักเรียนส่งใบงาน จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันเฉลยคำตอบและครูใช้คำถามตรวจสอบความถูกต้องที่ละเอียด

16. ครูและนักเรียนเฉลยคำตอบร่วมกันแบบถามตอบ

### 6. ชิ้นงาน/ภาระงาน

6.1 แบบฝึกทักษะที่ 1 การบวกเวกเตอร์

6.2 แบบแบบทดสอบย่อยท้ายแผน เรื่อง การบวกเวกเตอร์

### 7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (สสวท.)

7.2 คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551)

7.3 ห้องสมุด

7.4 ฐานข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต

พูน ปรณ ทิโต ชีเว

## 8. การวัดและประเมินผล

ด้านของการวัดผล	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
<b>ด้านความรู้</b> นักเรียนสามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับการบวกลูกเต๋าได้	การตรวจแบบฝึกทักษะ	แบบฝึกทักษะที่ 1	ได้คะแนนจากแบบประเมินระดับ 1 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
<b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b> นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวกลูกเต๋าได้	การตรวจแบบทดสอบย่อยท้ายแผน	แบบทดสอบย่อยท้ายแผน	ได้คะแนนจากแบบประเมินระดับ 2 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
<b>ด้านคุณลักษณะ</b> นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการเรียน	การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	ได้คะแนนจากแบบประเมินระดับ 2 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

## เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
นักเรียนสามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับการบวกลูกเต๋าได้	สามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับการบวกลูกเต๋าได้ถูกต้องทั้งหมด	สามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับการบวกลูกเต๋าได้ถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับการบวกลูกเต๋าได้
คะแนนรวม	2 คะแนน		
คะแนนผ่านเกณฑ์	1 คะแนน		

## เกณฑ์การประเมินทักษะ/กระบวนการ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
นักเรียนสามารถ แก้ปัญหาเกี่ยวกับ การบวกของ เวกเตอร์ได้	เขียนขั้นตอน การแก้ปัญหา ครบถ้วนและ คำตอบถูกต้อง	เขียนขั้นตอน การแก้ปัญหา ครบถ้วนแต่ คำตอบผิด ถูกต้อง	เขียนขั้นตอน การแก้ปัญหาไม่ ครบ	ไม่สามารถ แก้ปัญหาได้หรือ เขียนขั้นตอน การแก้ปัญหาไม่ ถูกต้อง
คะแนนรวม	3 คะแนน			
คะแนนผ่านเกณฑ์	2 คะแนน			

## เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
นักเรียนมีความ มุ่งมั่นในการเรียน	มีการค้นคว้าหา ความรู้หรือ ซักถามข้อสงสัย อยู่เสมอ ตั้งใจ เรียน ตอบคำถาม และส่งงานตรง เวลา	มีการค้นคว้าหา ความรู้หรือ ซักถามข้อสงสัย อยู่เสมอ ตั้งใจ เรียน ตอบคำถาม แต่ไม่ส่งงาน	มีซักถามข้อสงสัย บาง ตั้งใจเรียน บาง ตอบคำถาม บาง และไม่ส่ง งาน	ไม่ทำอะไรเลยใน ชั้นเรียนและไม่ส่ง งาน
คะแนนรวม	3 คะแนน			
คะแนนผ่าน เกณฑ์	2 คะแนน			



## แบบประเมินผลนักเรียน

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

ชั้น ..... จำนวน .....

คำชี้แจง ผู้สอนประเมินนักเรียน โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

ที่	ชื่อ - สกุล	ประเมินผลนักเรียน												รวมคะแนน (9)
		สามารถอธิบายหรือ ยกตัวอย่าง			สามารถแก้ปัญหา			มีความมุ่งมั่นในการเรียน						
		2	1	0	3	2	1	0	3	2		1	0	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

บันทึกเพิ่มเติม

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(นายปรัชญะ ถานันตะ)

บันทึกข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

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

ลงชื่อ.....

( นางสาวรัชช์ นรินทร์รัมย์ )

ครูพี่เลี้ยงวิชาเฉพาะ

วันที่.....เดือน.....ปี.....

บันทึกข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

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

ลงชื่อ.....

( นายสวัสดิ์ จันทมนตรี )

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วันที่.....เดือน.....ปี.....

บันทึกข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

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

ลงชื่อ.....

( นางวาทีณี ทองอาสน์ )

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่.....เดือน.....ปี.....

พูน ปณ ทัต ชเว

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการสอน

ผลการตรวจใบงาน

.....

.....

.....

ผลการตรวจแบบวัดทักษะ/กระบวนการ

.....

.....

.....

การสังเกตพฤติกรรมในการเรียน

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

พูน ปรน ทิโต ชิว

ลงชื่อ.....

(นายปรัชญะ ถานันตะ)

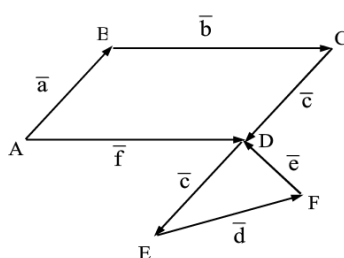
ผู้สอน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

### แบบฝึกทักษะที่ 1 การบวกเวกเตอร์

คำสั่ง : จงแสดงวิธีการคิดอย่างละเอียดโดยทำตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา

1. จากรูป จงเขียนเวกเตอร์  $\overrightarrow{CA}$ ,  $\overrightarrow{BD}$ ,  $\overrightarrow{AE}$  และ  $\overrightarrow{EA}$  ในรูปของเวกเตอร์  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{c}$ ,  $\vec{d}$ ,  $\vec{e}$  และ  $\vec{f}$



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

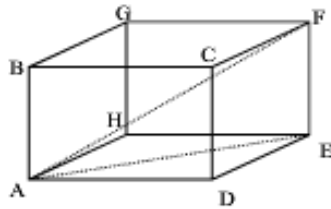
.....

พหุ ประถมศึกษา

แบบทดสอบย่อยท้ายแผนที่ 1 เรื่อง การบวกเวกเตอร์

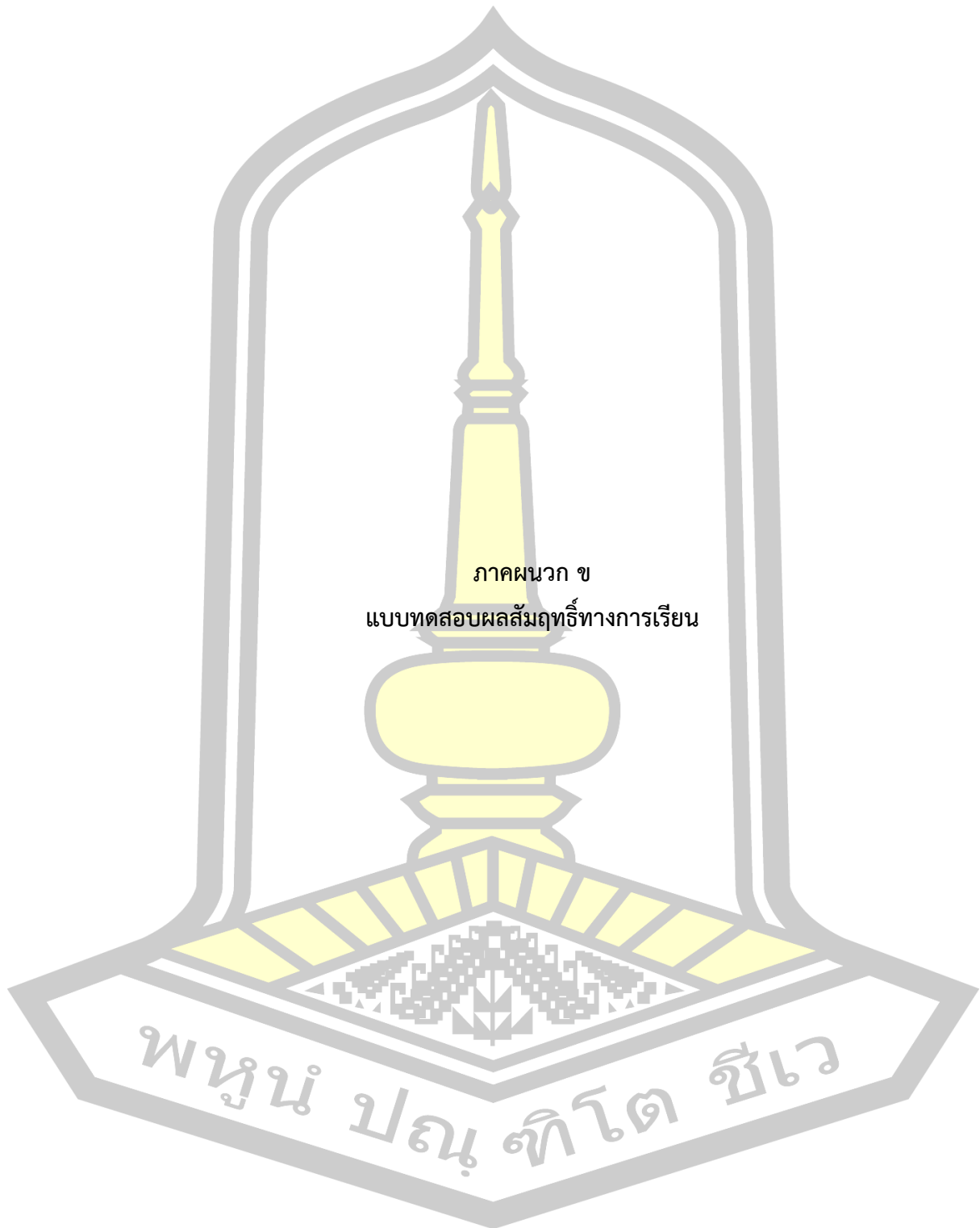
คำสั่ง : จงแสดงวิธีการคิดอย่างละเอียด

1. กำหนด  $ABCDEFGH$  เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จงหา



1)  $\overrightarrow{BC} + \overrightarrow{DE} + \overrightarrow{FA}$  .....

พูนุ่ ปณุ่ ทิโต ชีเว



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

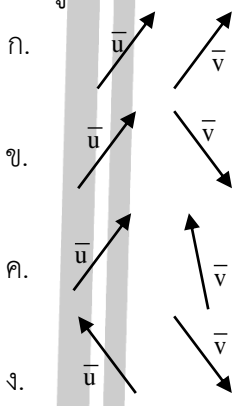
เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 20 ข้อ เวลา 1 ชั่วโมง

คำชี้แจง

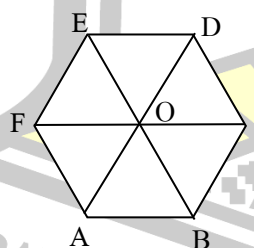
1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง
2. ให้นักเรียนตอบแบบทดสอบลงในกระดาษที่แจกให้ และเลือกคำตอบจากข้อ ก. ข. ค. หรือ ง. ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
3. ถ้าหากต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบ ให้เขียนเครื่องหมาย ✕ ทับตัวอักษร ก. ข. ค. หรือ ง.

1. เวกเตอร์คู่ใดเท่ากัน



2. กำหนดรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า ABCDEF

จงพิจารณาว่าข้อต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง



- ก.  $\vec{AB} = \vec{FO} = \vec{OC} = \vec{DE}$
- ข.  $\vec{OA} = \vec{EF} = \vec{DO} = \vec{BC}$
- ค.  $\vec{AF} = \vec{OB} = \vec{OE} = \vec{CD}$
- ง.  $\vec{FE} = \vec{AO} = \vec{OD} = \vec{BC}$

3. กำหนดให้  $\vec{u} = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \end{bmatrix}$ ,  $\vec{v} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$  และ

$\vec{w} = \begin{bmatrix} -1 \\ 4 \end{bmatrix}$  ดังนั้น  $5\vec{u} + 3\vec{w} - 5\vec{v}$

เท่ากับเวกเตอร์ใดต่อไปนี้

- ก.  $\begin{bmatrix} 5 \\ 1 \end{bmatrix}$
- ข.  $\begin{bmatrix} 7 \\ 3 \end{bmatrix}$
- ค.  $\begin{bmatrix} 5 \\ 4 \end{bmatrix}$
- ง.  $\begin{bmatrix} 7 \\ 2 \end{bmatrix}$

4. กำหนด A(1,-3), B(x,y) และ C(-3,6) และ

เวกเตอร์  $\vec{AB} = \begin{bmatrix} -5 \\ 4 \end{bmatrix}$  ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก.  $\vec{BC} = \begin{bmatrix} 5 \\ -1 \end{bmatrix}$
- ข.  $\vec{BC} = \begin{bmatrix} 1 \\ 5 \end{bmatrix}$
- ค.  $\vec{BC} = \begin{bmatrix} -7 \\ 5 \end{bmatrix}$
- ง.  $\vec{BC} = \begin{bmatrix} -10 \\ -1 \end{bmatrix}$

5. เวกเตอร์คู่ใดขนานกัน

ก.  $\vec{u} = \begin{bmatrix} 2 \\ -2 \end{bmatrix}$  และ  $\vec{v} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$

ข.  $\vec{u} = \begin{bmatrix} 3 \\ -4 \end{bmatrix}$  และ  $\vec{v} = \begin{bmatrix} -3 \\ 4 \end{bmatrix}$

ค.  $\vec{u} = \begin{bmatrix} -3 \\ 2 \end{bmatrix}$  และ  $\vec{v} = \begin{bmatrix} -2 \\ 3 \end{bmatrix}$

ง.  $\vec{u} = \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix}$  และ  $\vec{v} = \begin{bmatrix} 4 \\ 3 \end{bmatrix}$

6. เวกเตอร์  $\begin{bmatrix} 3 \\ -9 \end{bmatrix}$  เทียบเวกเตอร์ใดต่อไปนี

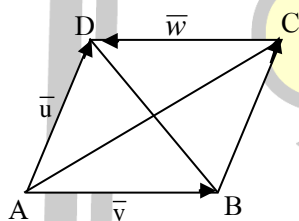
ก.  $\frac{1}{3} \begin{bmatrix} -1 \\ 3 \end{bmatrix}$

ข.  $3 \begin{bmatrix} 1 \\ -3 \end{bmatrix}$

ค.  $\frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 \\ -3 \end{bmatrix}$

ง.  $3 \begin{bmatrix} -1 \\ 3 \end{bmatrix}$

7. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดถูกต้อง



ก.  $\vec{AC} = \vec{u} - \vec{v}$

ข.  $\vec{BD} = \vec{v} - \vec{u}$

ค.  $\vec{u} = \frac{1}{2}(\vec{BD} - \vec{AC})$

ง.  $\vec{v} = \frac{1}{2}(\vec{AC} - \vec{BD})$

8. ถ้า  $\vec{AB}$  มีจุดเริ่มต้นที่ (3,-1) และจุดสิ้นสุดที่ (5,2) แล้ว  $\vec{AB}$  เท่ากับเวกเตอร์ใดต่อไปนี

ก.  $\begin{bmatrix} -2 \\ -3 \end{bmatrix}$

ข.  $\begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix}$

ค.  $\begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}$

ง.  $\begin{bmatrix} 8 \\ 1 \end{bmatrix}$

9. ถ้าเวกเตอร์  $\begin{bmatrix} 4 \\ -2 \end{bmatrix}$  มีจุดเริ่มต้น (4,0) แล้วจะมีจุดใดเป็นจุดสิ้นสุด

ก. (10,-4)

ข. (8,-2)

ค. (4,2)

ง. (4,0)

10. กำหนด A(2,3) และ B(5,6) แล้วค่าของขนาดของเวกเตอร์  $\vec{AB}$  มีค่าเท่าไร

ก.  $\sqrt{6}$

ข.  $\sqrt{12}$

ค.  $-\sqrt{12}$

ง.  $\sqrt{18}$

11. ขนาดเวกเตอร์  $\begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix}$  เท่ากับเท่าไร

ก. 3

ข. 4

ค. 5

ง.  $\sqrt{7}$

12. กำหนดให้ A(-2,1) และ B(7,4) เวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่มีทิศทางเดียวกับ  $\vec{AB}$  คือเวกเตอร์ใดต่อไปนี

ก.  $\frac{\sqrt{10}}{10} \vec{i} + \frac{3\sqrt{10}}{10} \vec{j}$

ข.  $\frac{3\sqrt{10}}{10} \vec{i} + \frac{\sqrt{10}}{10} \vec{j}$

ค.  $\frac{2\sqrt{10}}{10} \vec{i} + \frac{3\sqrt{10}}{10} \vec{j}$

ง.  $\frac{3\sqrt{10}}{10} \vec{i} + \frac{2\sqrt{10}}{10} \vec{j}$



13. เวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่มีทิศทางเดียวกับ

$$\vec{u} = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ คือข้อใด}$$

ก.  $\frac{\sqrt{5}}{5}\vec{i} + \frac{\sqrt{5}}{5}\vec{j}$

ข.  $\frac{\sqrt{5}}{5}\vec{i} - \frac{\sqrt{5}}{5}\vec{j}$

ค.  $\frac{2\sqrt{5}}{5}\vec{i} + \frac{\sqrt{5}}{5}\vec{j}$

ง.  $\frac{2\sqrt{5}}{5}\vec{i} - \frac{\sqrt{5}}{5}\vec{j}$

14. เวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่มีทิศทางเดียวกับ

$\overline{AB}$  โดยที่  $A(1, -3)$  และ  $B(-4, 5)$  คือข้อ

ใด

ก.  $\frac{2\sqrt{89}}{89}\vec{i} + \frac{3\sqrt{89}}{89}\vec{j}$

ข.  $-\frac{2\sqrt{89}}{89}\vec{i} + \frac{3\sqrt{89}}{89}\vec{j}$

ค.  $\frac{5\sqrt{89}}{89}\vec{i} + \frac{8\sqrt{89}}{89}\vec{j}$

ง.  $-\frac{5\sqrt{89}}{89}\vec{i} + \frac{8\sqrt{89}}{89}\vec{j}$

15. ถ้า  $\overline{AB}$  มีจุดเริ่มต้นที่  $(-1, 2, -6)$  และ

จุดสิ้นสุดที่  $(2, -6, 8)$

แล้ว  $\overline{AB}$  เท่ากับของเวกเตอร์ใด

ก.  $\begin{bmatrix} -3 \\ -8 \\ 14 \end{bmatrix}$

ข.  $\begin{bmatrix} 3 \\ -8 \\ 14 \end{bmatrix}$

ค.  $\begin{bmatrix} 1 \\ -4 \\ 2 \end{bmatrix}$

ง.  $\begin{bmatrix} -1 \\ -4 \\ 2 \end{bmatrix}$

16. กำหนดให้  $\overline{AB} = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$  และ

$A(2, -2, 4)$  แล้วพิกัดของจุด  $B$  ตรงกับข้อใด

ก.  $(-3, 3, 5)$

ข.  $(3, 3, 5)$

ค.  $(3, -3, 5)$

ง.  $(3, 3, -5)$

17. ขนาดเวกเตอร์  $\begin{bmatrix} 2 \\ 5 \\ -3 \end{bmatrix}$  ตรงกับข้อใด

ก. 4

ข. 10

ค.  $\sqrt{38}$

ง.  $\sqrt{7}$

18. กำหนด  $H(10, 2, -3)$  และ  $K(4, 3, 7)$  หา

ค่าของขนาดของเวกเตอร์  $\overline{HK}$  ว่าตรงกับข้อใด

ก.  $\sqrt{137}$

ข.  $\sqrt{138}$

ค.  $\sqrt{135}$

ง.  $\sqrt{136}$

19. เวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่มีทิศทางเดียวกันกับ

$$\vec{a} = \begin{bmatrix} 1 \\ -3 \\ -1 \end{bmatrix} \text{ คือข้อใด}$$

ก.  $\frac{\sqrt{11}}{11}\vec{i} - \frac{3\sqrt{11}}{11}\vec{j} - \frac{\sqrt{11}}{11}\vec{k}$

ข.  $\frac{\sqrt{11}}{11}\vec{i} + \frac{3\sqrt{11}}{11}\vec{j} + \frac{\sqrt{11}}{11}\vec{k}$

ค.  $-\frac{\sqrt{11}}{11}\vec{i} + \frac{3\sqrt{11}}{11}\vec{j} + \frac{\sqrt{11}}{11}\vec{k}$

ง.  $-\frac{\sqrt{11}}{11}\vec{i} - \frac{3\sqrt{11}}{11}\vec{j} - \frac{\sqrt{11}}{11}\vec{k}$

20. ถ้า  $\vec{u} = -3\vec{i} + a\vec{j} + 2\vec{k}$  และ  $|\vec{u}| = 7$  ค่าของ

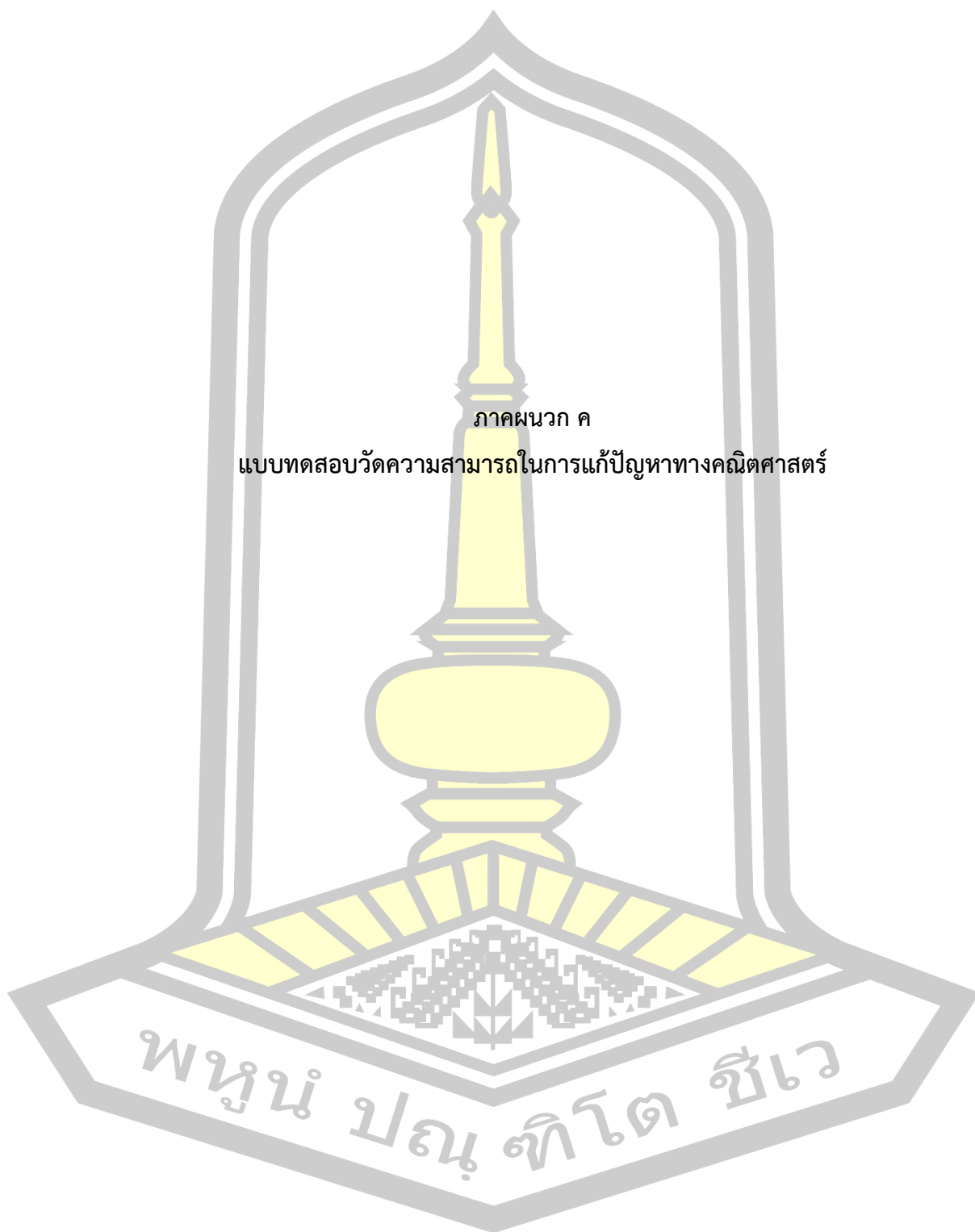
$a$  ตรงกับข้อใด

ก.  $\pm 4$

ข.  $\pm 5$

ค.  $\pm 6$

ง.  $\pm 7$



ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

พหุบัณฑิตยาลัย

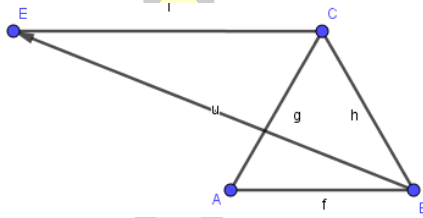
แบบทดสอบวัดความสามารถในแก้ปัญหาทางวิชาคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 5 ข้อ เวลา 1 ชั่วโมง

คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

- กำหนดให้ ABC เป็นสามเหลี่ยมใดๆ และ E เป็นจุดที่ทำให้  $\overline{CE} = 2\overline{BA}$  ดังรูป ถ้า  $\overline{BE} = a\overline{BA} + b\overline{CA}$  เมื่อ  $a, b$  เป็นค่าคงตัว  $b - a$  แล้ว มีค่าเท่ากับเท่าใด



วิธีทำ

ทำความเข้าใจปัญหา

การวางแผนแก้ปัญหา

ดำเนินการตามแผน

พหุ ประทีป ชีวะ

การตรวจคำตอบ

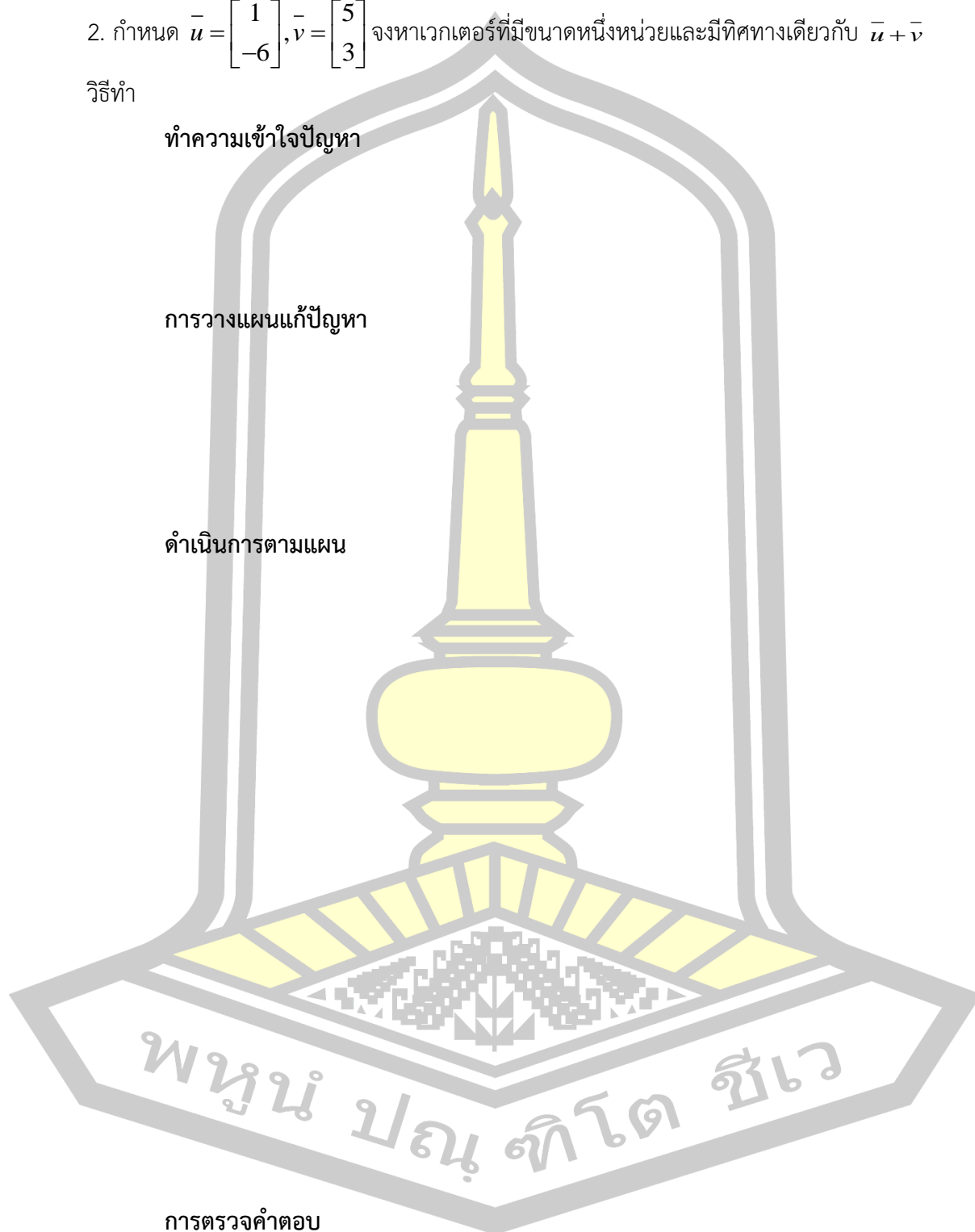
2. กำหนด  $\vec{u} = \begin{bmatrix} 1 \\ -6 \end{bmatrix}$ ,  $\vec{v} = \begin{bmatrix} 5 \\ 3 \end{bmatrix}$  จงหาเวกเตอร์ที่มีขนาดหนึ่งหน่วยและมีทิศทางเดียวกับ  $\vec{u} + \vec{v}$

วิธีทำ

ทำความเข้าใจปัญหา

การวางแผนแก้ปัญหา

ดำเนินการตามแผน



การตรวจคำตอบ

3. จงหาเวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่มีทิศทางเดียวกับเวกเตอร์  $\overline{AB}$  โดยที่  $A(1,-3)$  และ  $B(-4,5)$  โดยเขียนในรูป  $i$  และ  $j$  ในระบบพิกัดฉากสองมิติ

วิธีทำ

ทำความเข้าใจปัญหา

การวางแผนแก้ปัญหา

ดำเนินการตามแผน



พหุบัณฑิตวิทยาลัย

การตรวจคำตอบ

4. จงหาเวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่มีทิศทางเดียวกับเวกเตอร์  $\vec{a} = \begin{bmatrix} 1 \\ -3 \\ -1 \end{bmatrix}$  โดยเขียนในรูป  $i, j$  และ  $k$  ใน

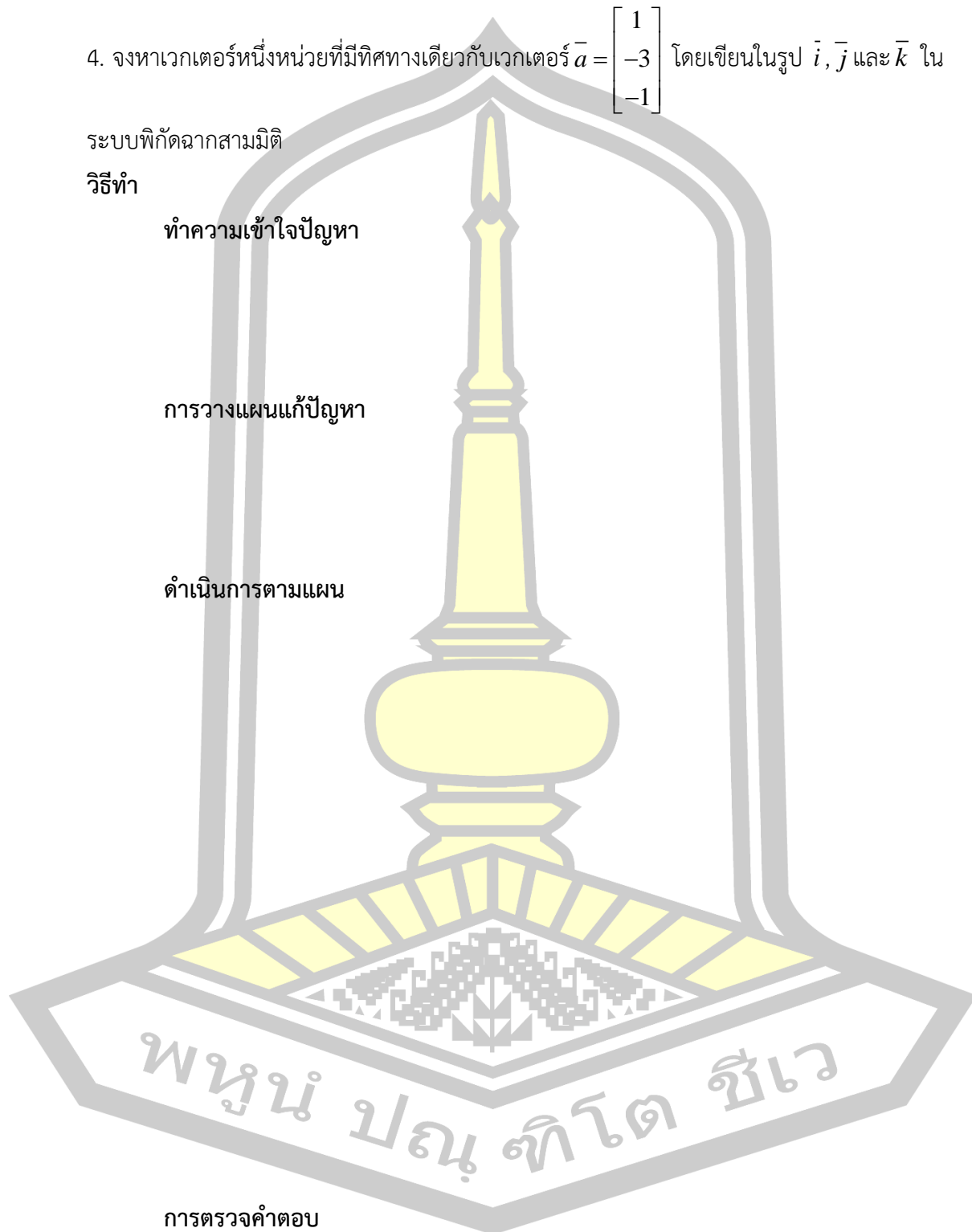
ระบบพิกัดฉากสามมิติ

วิธีทำ

ทำความเข้าใจปัญหา

การวางแผนแก้ปัญหา

ดำเนินการตามแผน



การตรวจคำตอบ

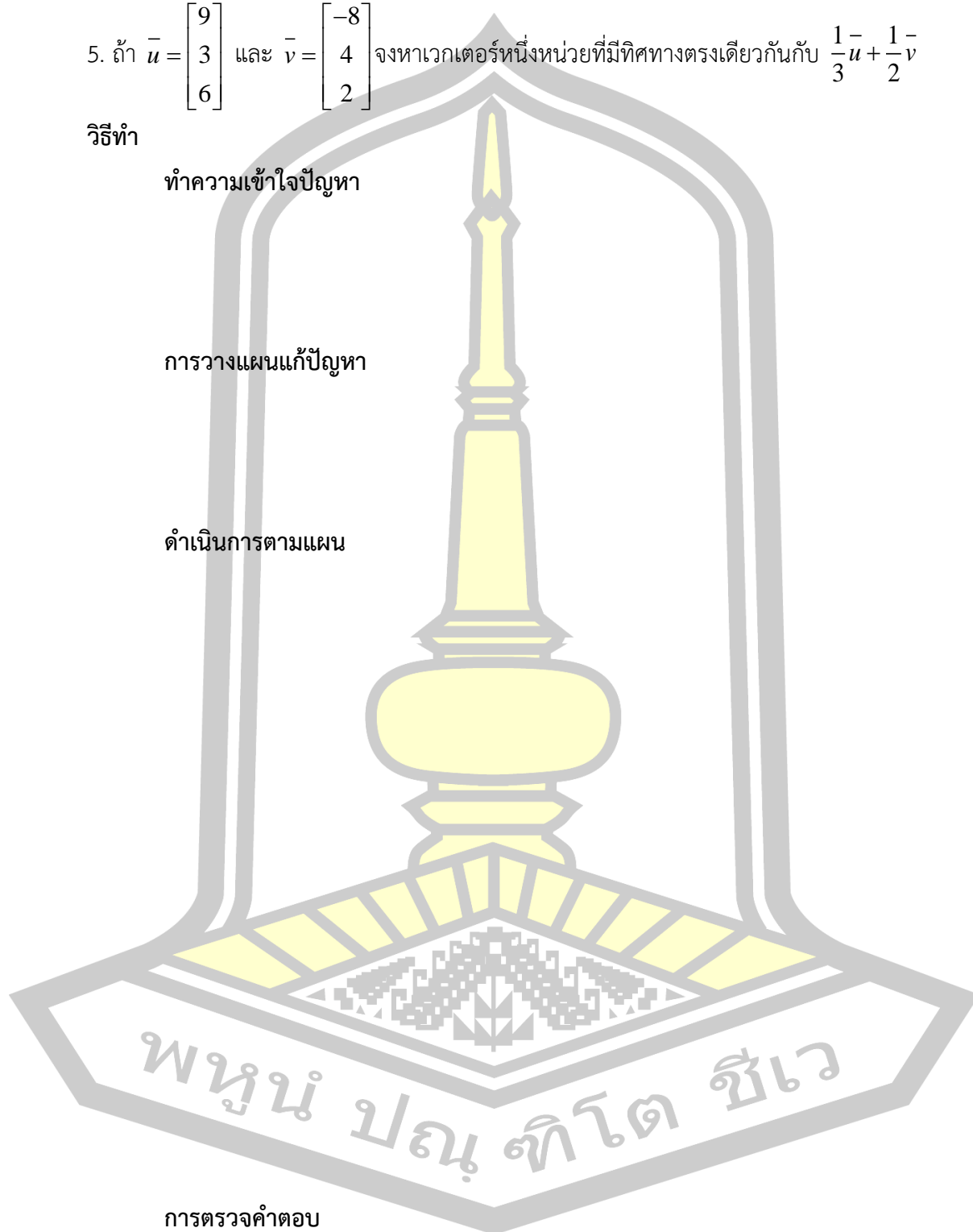
5. ถ้า  $\vec{u} = \begin{bmatrix} 9 \\ 3 \\ 6 \end{bmatrix}$  และ  $\vec{v} = \begin{bmatrix} -8 \\ 4 \\ 2 \end{bmatrix}$  จงหาเวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่มีทิศทางตรงเดียวกันกับ  $\frac{1}{3}\vec{u} + \frac{1}{2}\vec{v}$

วิธีทำ

ทำความเข้าใจปัญหา

การวางแผนแก้ปัญหา

ดำเนินการตามแผน

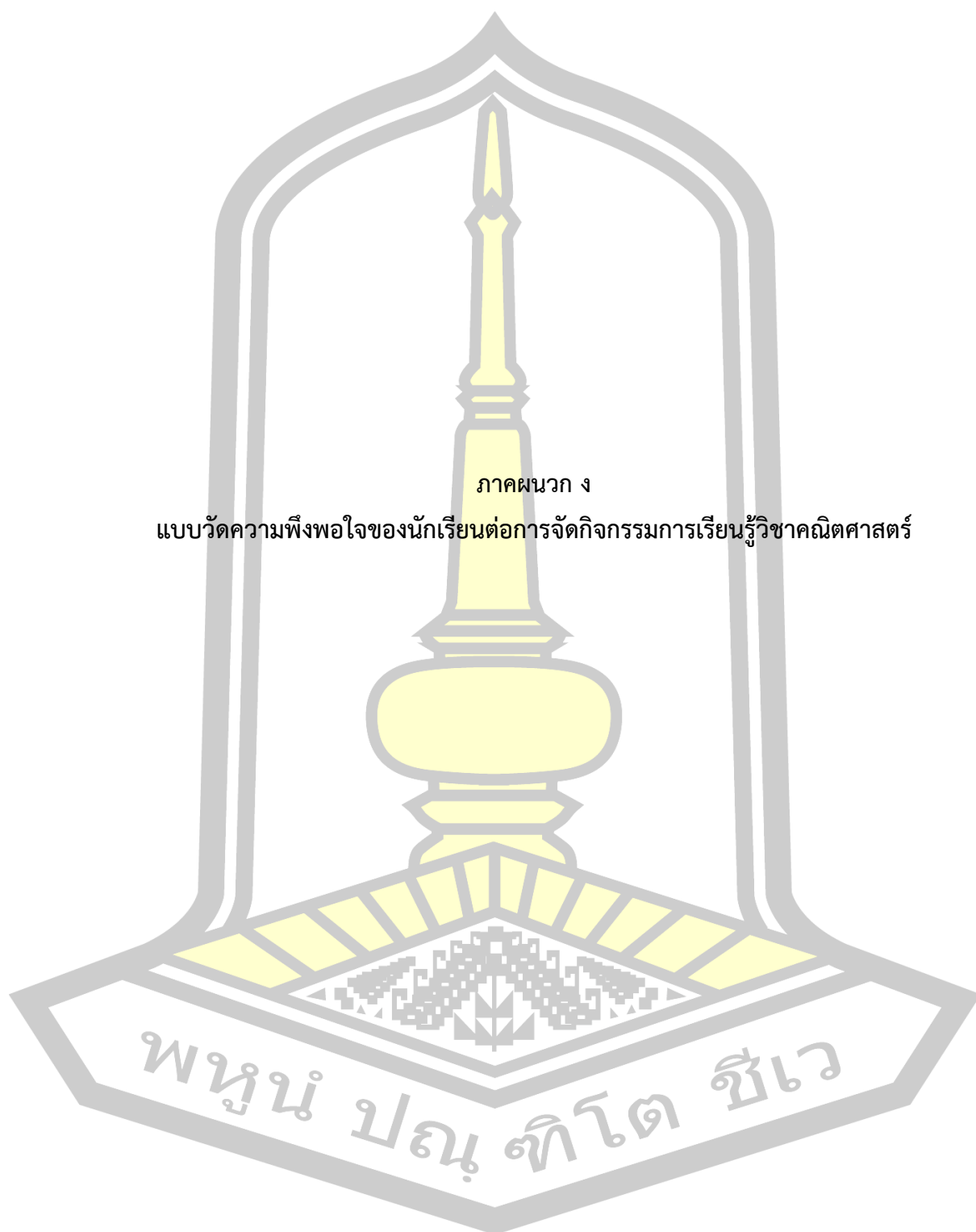


การตรวจคำตอบ

ตาราง 14 เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	2 ( ดี ) 1 ( พอใช้ ) 0 ( ปรับปรุง )	-สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง -สำหรับความเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง -เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจผิดหรือไม่เข้าใจเลย
2. การวางแผนแก้ปัญหา	2 ( ดี ) 1 ( พอใช้ ) 0 ( ปรับปรุง )	-สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง -สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง -สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาได้
3. ดำเนินการตามแผน	2 ( ดี ) 1 ( พอใช้ ) 0 ( ปรับปรุง )	-สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องทั้งหมด -สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง -สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถดำเนินการตามขั้นตอนได้
4. การตรวจคำตอบ	2 ( ดี ) 1 ( พอใช้ ) 0 ( ปรับปรุง )	-สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์ -สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด -สำหรับไม่ได้ระบุคำตอบหรือตอบผิดทั้งหมด





ภาคผนวก ง

แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต สีเว

แบบประเมินความพึงพอใจการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจดังนี้

5 = มากที่สุด    4 = มาก    3 = ปานกลาง    2 = น้อย    1 = น้อยที่สุด

คำถาม	ความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1.ข้าพเจ้าชอบที่มีการตั้งคำถามในชั้นเรียน					
2.ข้าพเจ้าสนุกที่มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน					
3.ข้าพเจ้าชอบที่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
4.ข้าพเจ้าพอใจได้รับเนื้อหาครบถ้วนตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.ข้าพเจ้าพอใจเมื่อตอบคำถามได้ถูกต้อง					
6.ข้าพเจ้าชอบที่ได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างเข้าใจ					
7.ข้าพเจ้าชอบที่ได้ได้แสดงความคิดเห็นระหว่างเพื่อนและครู					
8.ข้าพเจ้าชอบที่ได้ค้นคว้าคำตอบด้วยตัวเอง					
9.ข้าพเจ้าชอบกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาเพราะทำให้จัดทำโจทย์ได้ดีมากขึ้น					
10.ข้าพเจ้าพอใจที่ได้รับคำแนะนำเมื่อข้าพเจ้ามีปัญหาขณะปฏิบัติงาน					
11. ข้าพเจ้าชอบที่มีสื่อการเรียนการสอนอย่างหลากหลาย					
12.ข้าพเจ้าพอใจกับการจัดบรรยากาศการเรียนการสอน					
13.ข้าพเจ้าพอใจที่มีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์การวัดผล					
14.ข้าพเจ้าพอใจกับคะแนนแต่ละครั้งที่ทำ					
15.ข้าพเจ้าสนุกกับเรียนการสอนแบบนี้					

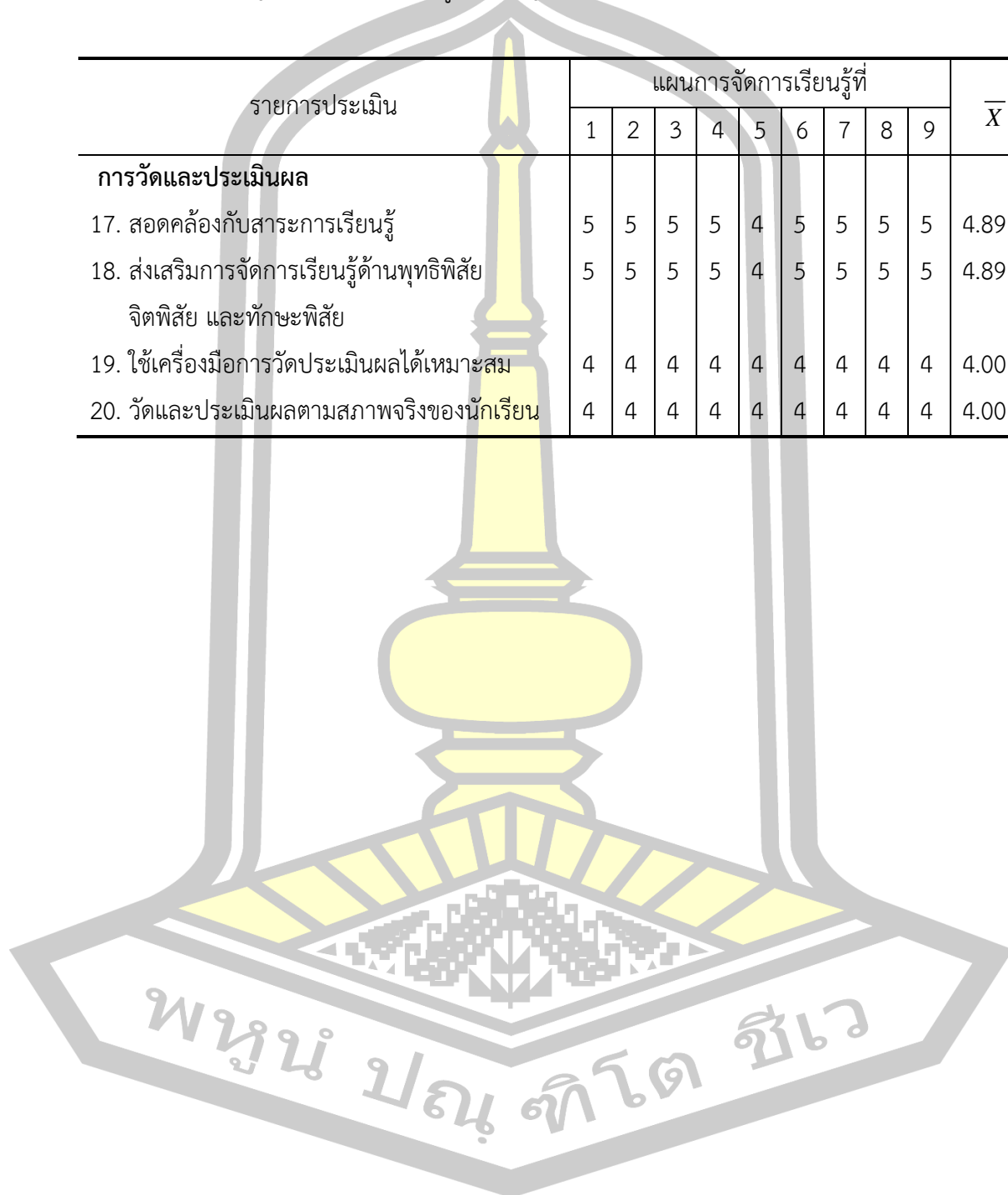
พูน ปณ ทิโต ชีเว





ตาราง 15 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ  
กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 (ต่อ)

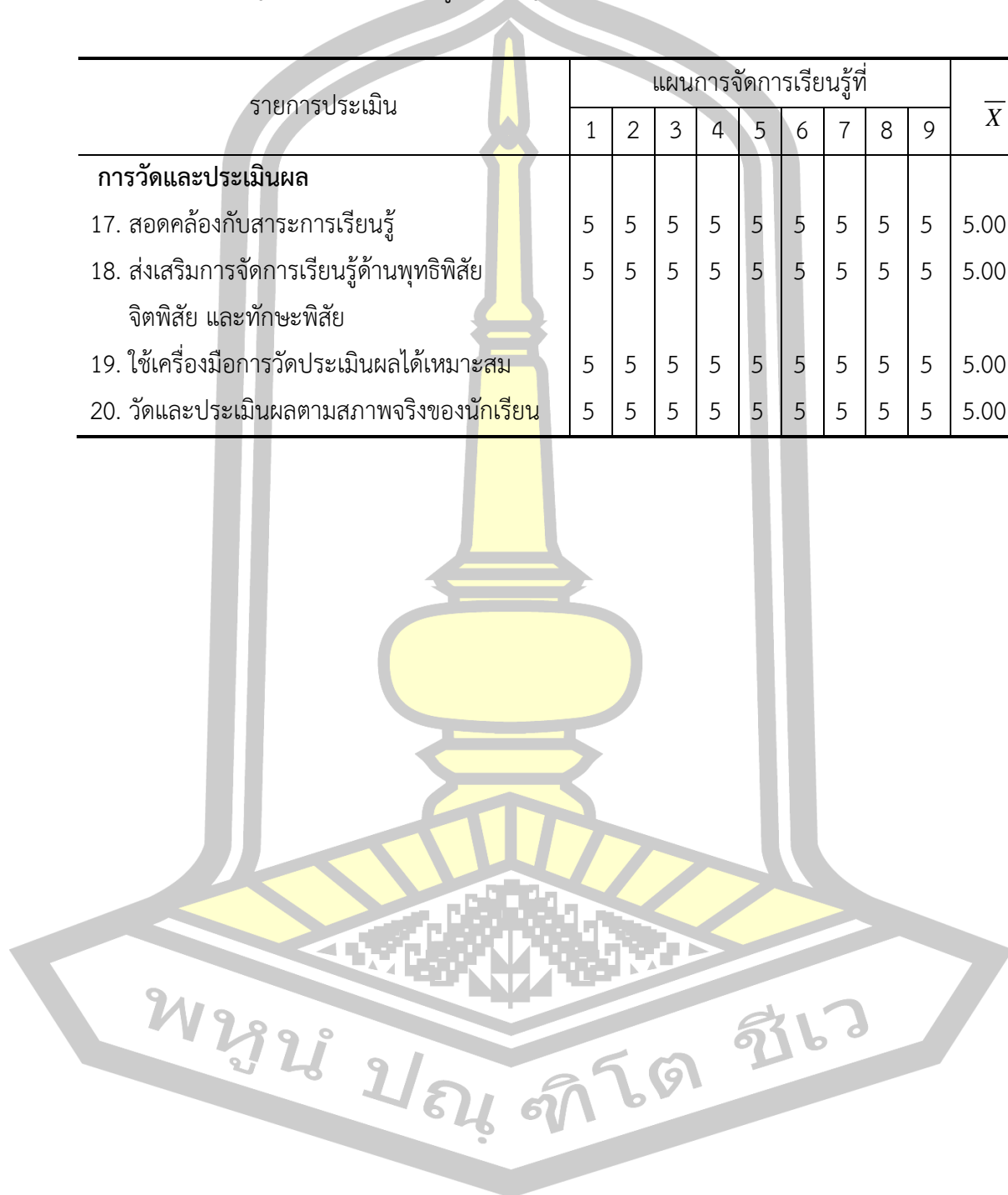
รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่									$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>การวัดและประเมินผล</b>										
17. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.89
18. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.89
19. ใช้เครื่องมือการวัดประเมินผลได้เหมาะสม	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00
20. วัดและประเมินผลตามสภาพจริงของนักเรียน	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00





ตาราง 16 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ  
กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่									$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>การวัดและประเมินผล</b>										
17. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00
18. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00
19. ใช้เครื่องมือการวัดประเมินผลได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00
20. วัดและประเมินผลตามสภาพจริงของนักเรียน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00

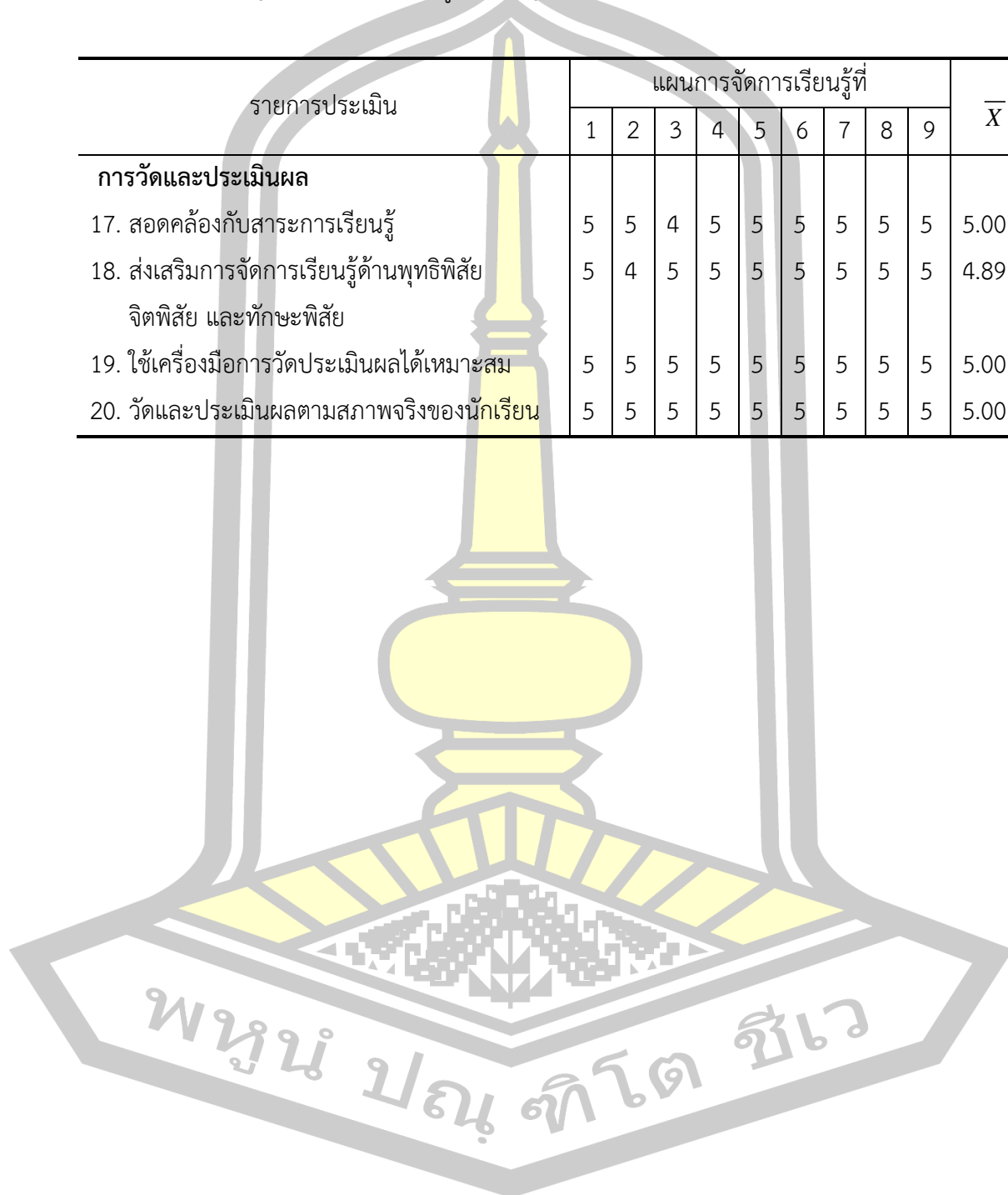






ตาราง 17 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ  
กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 (ต่อ)

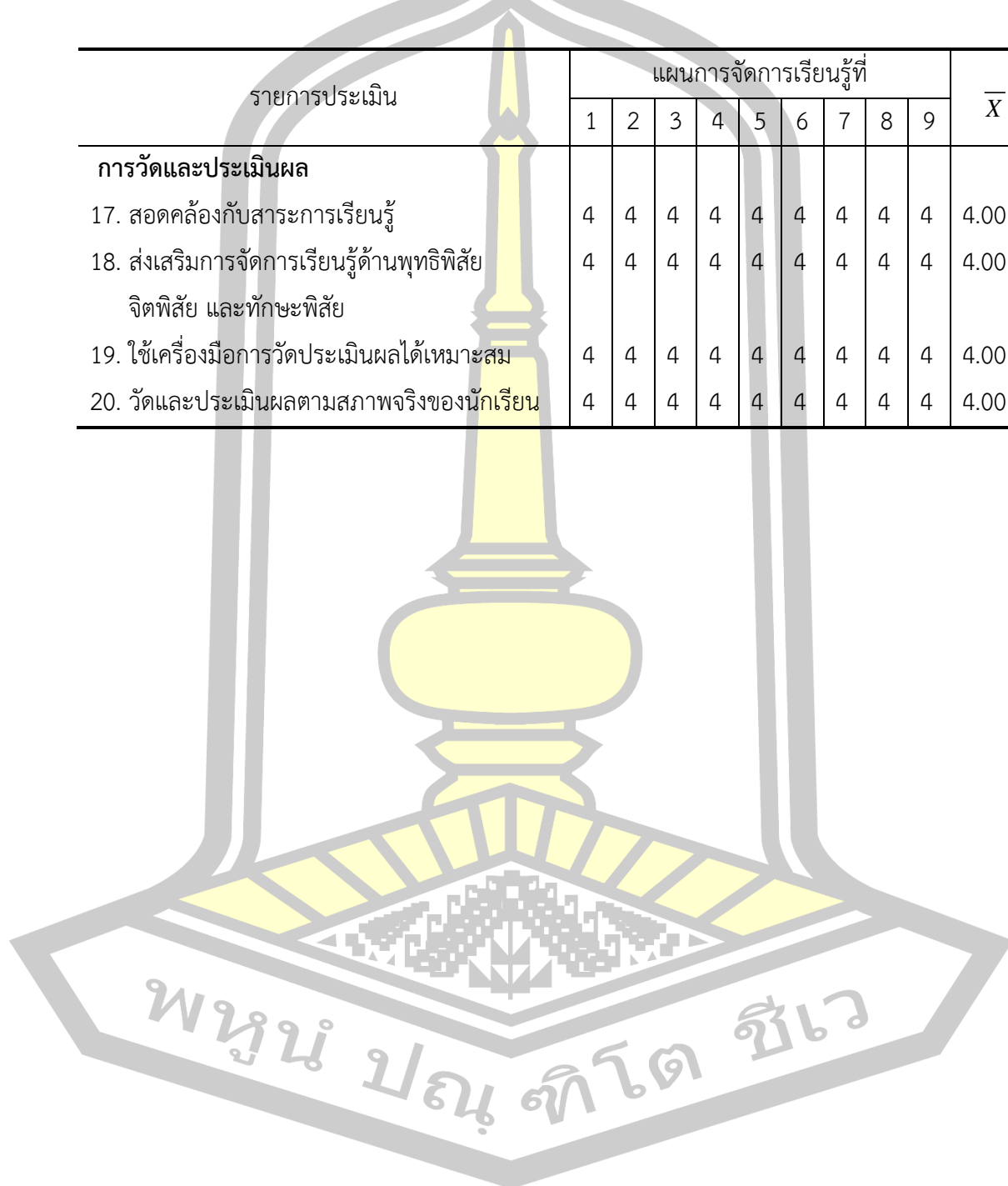
รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่									$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>การวัดและประเมินผล</b>										
17. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5.00
18. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4.89
19. ใช้เครื่องมือการวัดประเมินผลได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00
20. วัดและประเมินผลตามสภาพจริงของนักเรียน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00





ตาราง 18 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ  
กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4 (ต่อ)

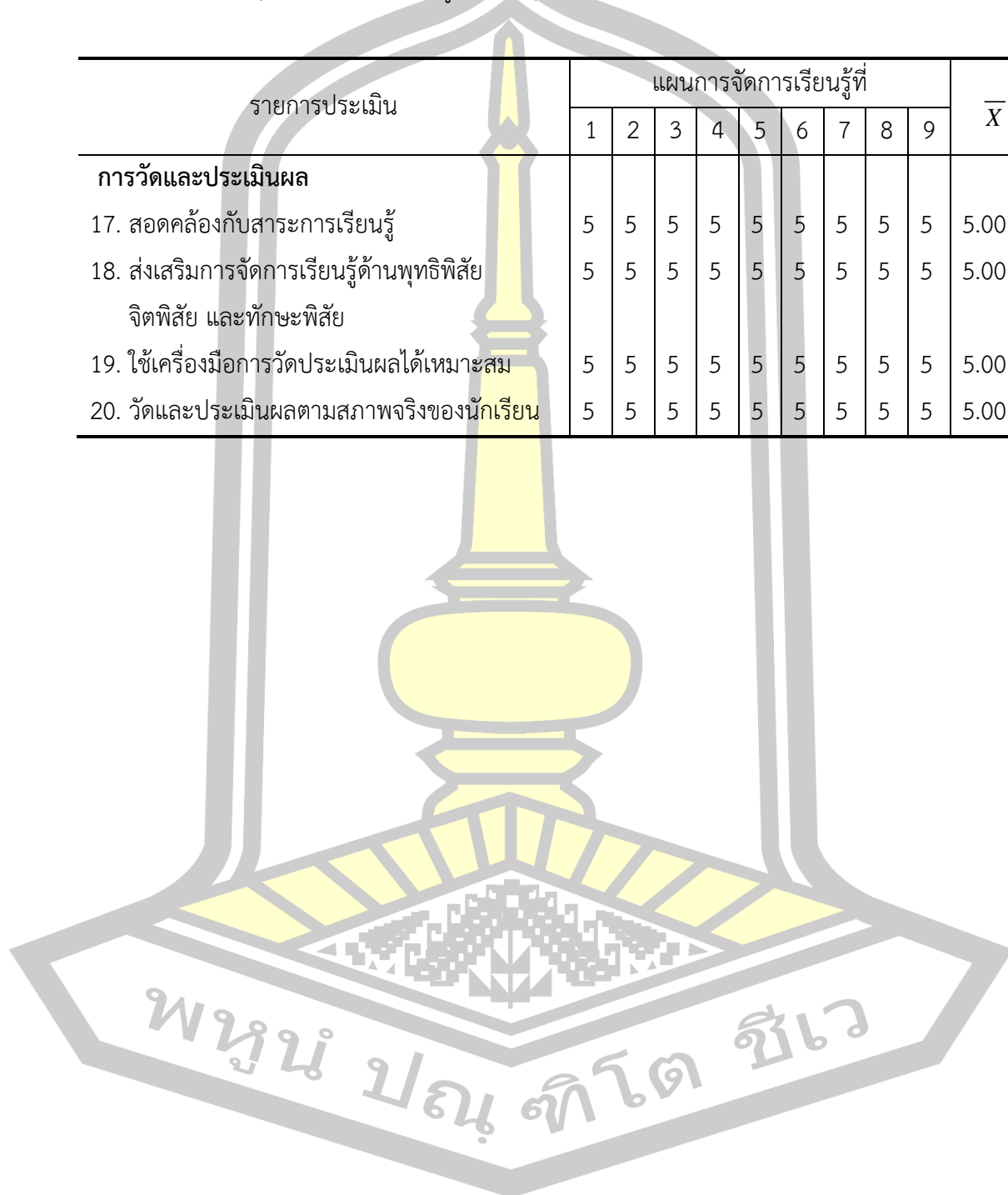
รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่									$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>การวัดและประเมินผล</b>										
17. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00
18. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00
19. ใช้เครื่องมือการวัดประเมินผลได้เหมาะสม	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00
20. วัดและประเมินผลตามสภาพจริงของนักเรียน	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00





ตาราง 19 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ  
กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่									$\bar{X}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>การวัดและประเมินผล</b>										
17. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00
18. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00
19. ใช้เครื่องมือการวัดประเมินผลได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00
20. วัดและประเมินผลตามสภาพจริงของนักเรียน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00

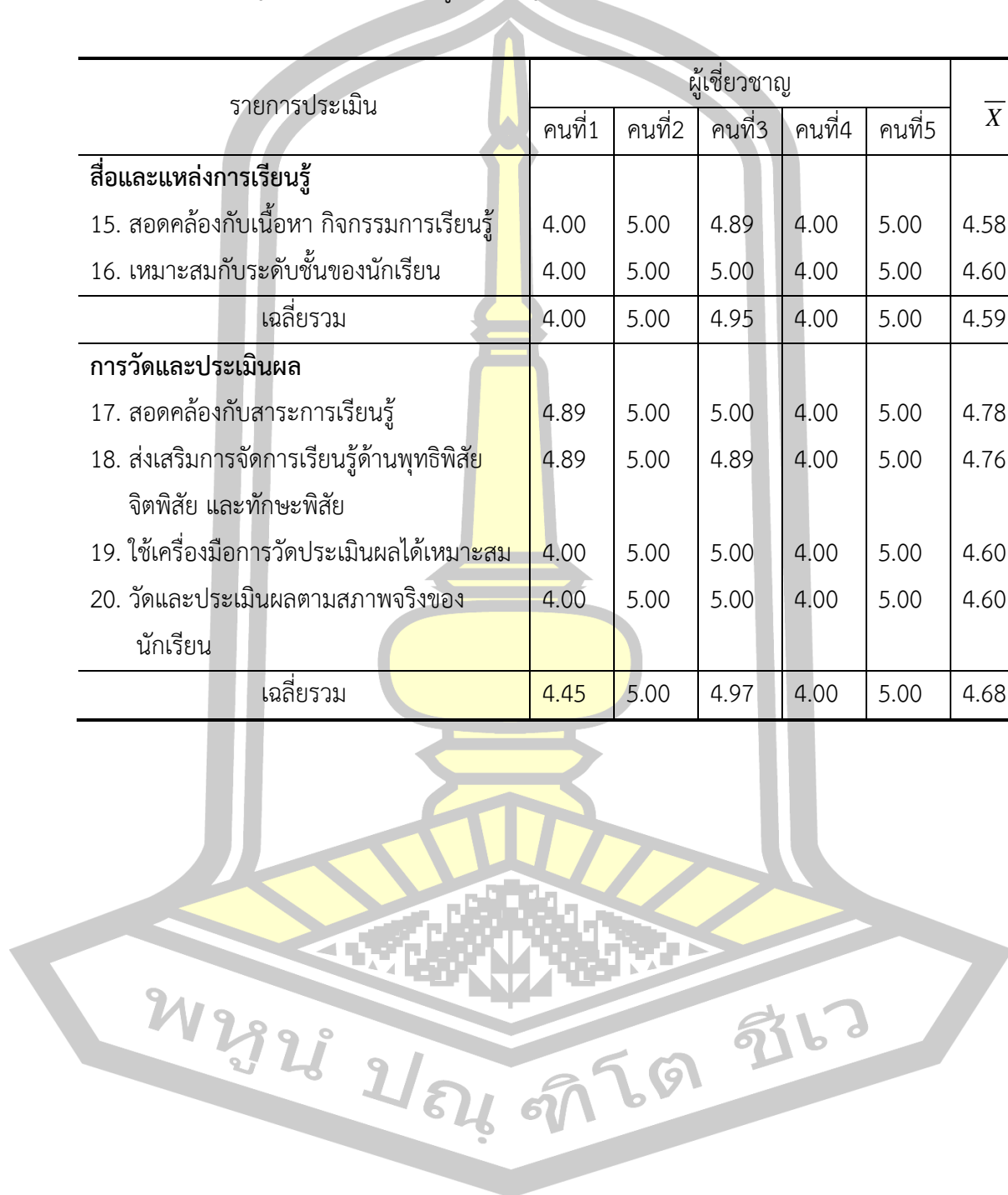


ตาราง 20 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{X}$
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5	
<b>สาระสำคัญ</b>						
1. บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดให้นักเรียนในชั่วโมงนั้น	4.11	5.00	5.00	4.00	5.00	4.62
2. เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.80
3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.11	5.00	5.00	4.00	4.89	4.60
เฉลี่ยรวม	4.41	5.00	5.00	4.00	4.96	4.67
<b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
4. สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.80
5. กำหนดพฤติกรรมในการวัดชัดเจน	4.89	5.00	4.78	4.00	5.00	4.73
6. วัดและประเมินผลได้จริงสาระการเรียนรู้	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.60
7. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.80
8. ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.89	5.00	5.00	4.00	5.00	4.78
9. เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.80
เฉลี่ยรวม	4.80	5.00	4.96	4.00	5.00	4.75
<b>การจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>						
10. เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.80
11. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.80
12. นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์	4.89	5.00	4.89	4.00	4.89	4.73
13. กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	4.00	5.00	5.00	4.00	4.78	4.56
14. นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	4.00	5.00	4.89	4.00	4.56	4.49
เฉลี่ยรวม	4.58	5.00	4.96	4.00	4.85	4.68

ตาราง 20 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ  
กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{X}$
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5	
<b>สื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>						
15. สอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้	4.00	5.00	4.89	4.00	5.00	4.58
16. เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.60
เฉลี่ยรวม	4.00	5.00	4.95	4.00	5.00	4.59
<b>การวัดและประเมินผล</b>						
17. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.89	5.00	5.00	4.00	5.00	4.78
18. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย	4.89	5.00	4.89	4.00	5.00	4.76
19. ใช้เครื่องมือการวัดประเมินผลได้เหมาะสม	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.60
20. วัดและประเมินผลตามสภาพจริงของ นักเรียน	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.60
เฉลี่ยรวม	4.45	5.00	4.97	4.00	5.00	4.68



ตาราง 21 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
<b>สาระสำคัญ</b>			
1. บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดให้นักเรียนในชั่วโมงนั้น	4.62	0.52	ดีมาก
2. เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4.80	0.45	ดีมาก
3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.60	0.50	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.67	0.49	ดีมาก
<b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b>			
4. สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4.80	0.45	ดีมาก
5. กำหนดพฤติกรรมในการวัดชัดเจน	4.73	0.42	ดีมาก
6. วัดและประเมินผลได้จริงสาระการเรียนรู้	4.60	0.55	ดีมาก
7. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.45	ดีมาก
8. ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.78	0.44	ดีมาก
9. เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.80	0.45	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.75	0.46	ดีมาก
<b>การจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>			
10. เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.80	0.45	ดีมาก
11. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.45	ดีมาก
12. นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์	4.73	0.41	ดีมาก
13. กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	4.56	0.51	ดีมาก
14. นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	4.49	0.47	ดี
เฉลี่ยรวม	4.68	0.46	ดีมาก



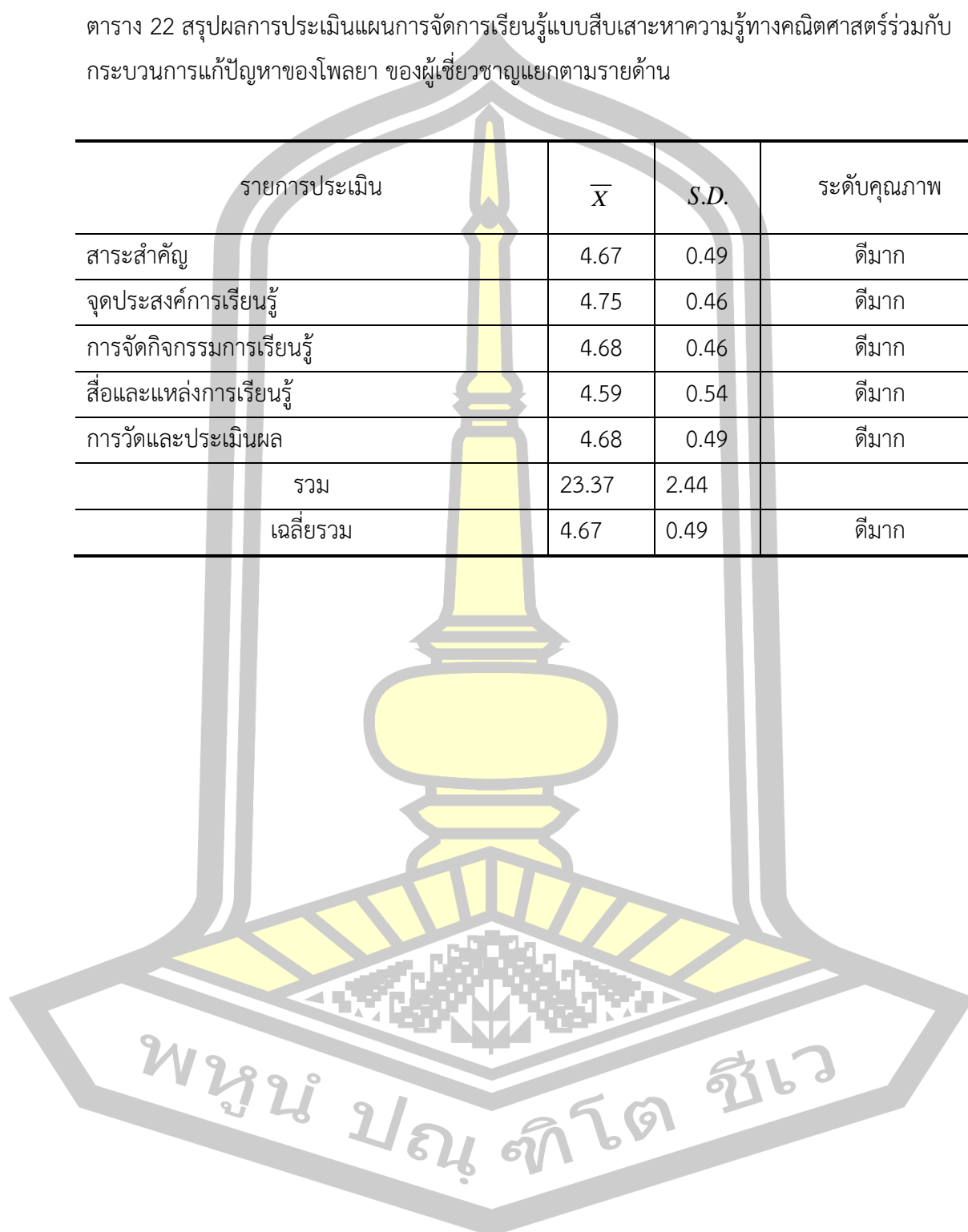
ตาราง 21 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

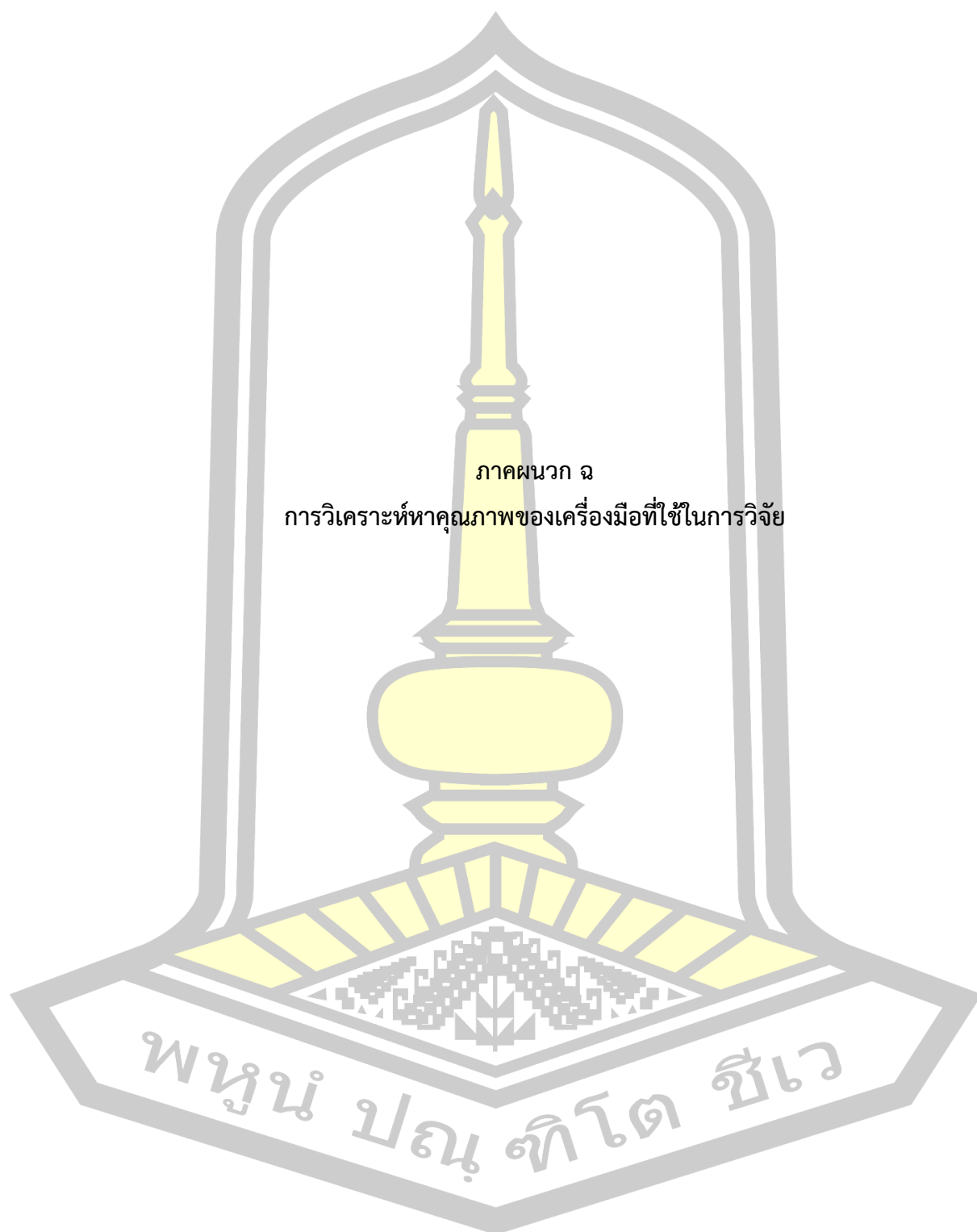
รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
<b>สื่อและแหล่งการเรียนรู้</b>			
15. สอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้	4.58	0.53	ดีมาก
16. เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.60	0.55	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.59	0.54	ดีมาก
<b>การวัดและประเมินผล</b>			
17. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.78	0.44	ดีมาก
18. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย	4.76	0.43	ดีมาก
19. ใช้เครื่องมือการวัดประเมินผลได้เหมาะสม	4.60	0.55	ดีมาก
20. วัดและประเมินผลตามสภาพจริงของนักเรียน	4.60	0.55	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.68	0.49	ดีมาก

พหุ ประถมศึกษา

ตาราง 22 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของผู้เชี่ยวชาญแยกตามรายด้าน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
สาระสำคัญ	4.67	0.49	ดีมาก
จุดประสงค์การเรียนรู้	4.75	0.46	ดีมาก
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.68	0.46	ดีมาก
สื่อและแหล่งการเรียนรู้	4.59	0.54	ดีมาก
การวัดและประเมินผล	4.68	0.49	ดีมาก
รวม	23.37	2.44	
เฉลี่ยรวม	4.67	0.49	ดีมาก





ภาคผนวก ฉ  
การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

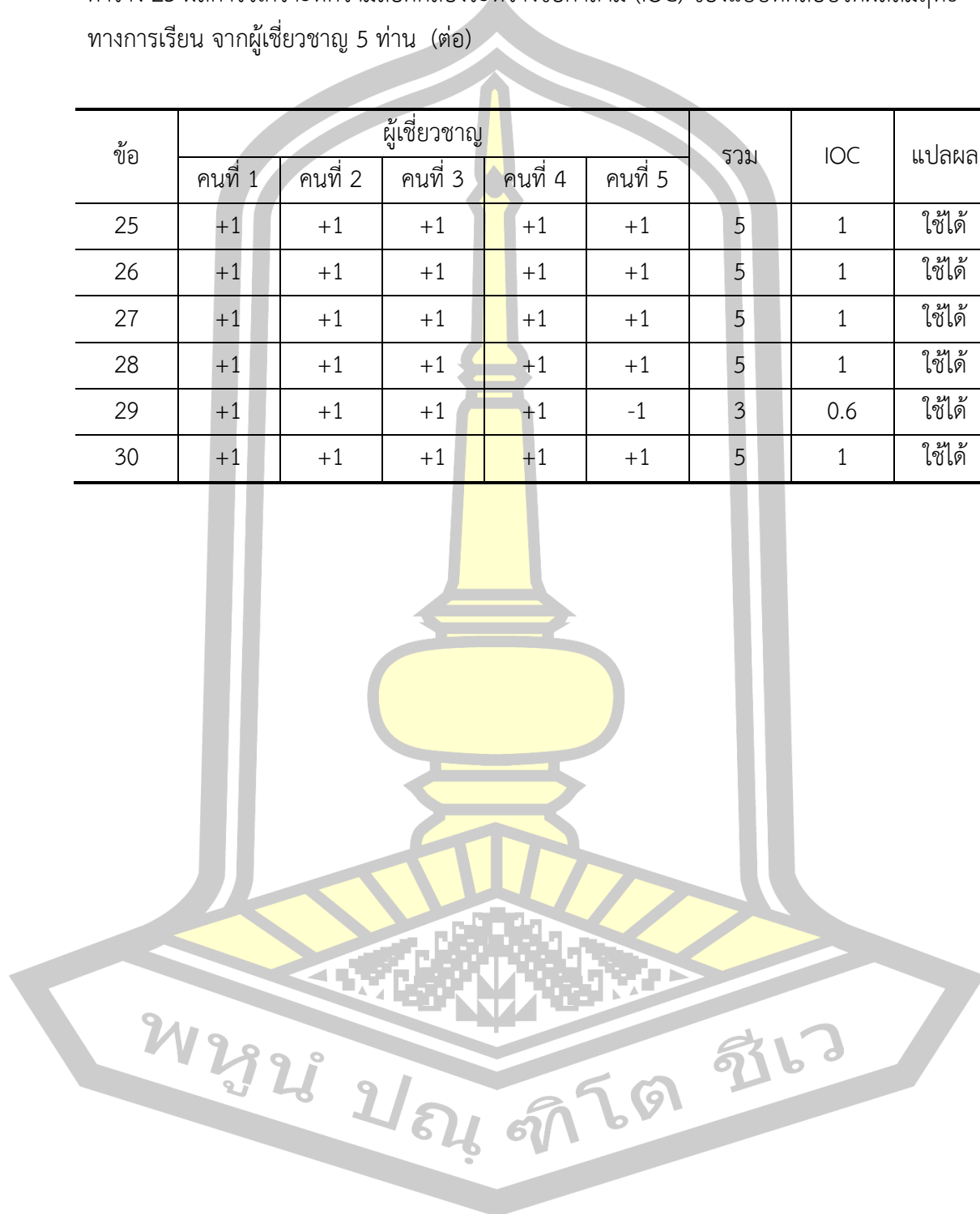
พหุ ประจันต์ ชัยเว

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
2	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
3	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
10	0	+1	+1	+1	-1	2	0.4	ใช้ไม่ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อความ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ต่อ)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	-1	3	0.6	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้



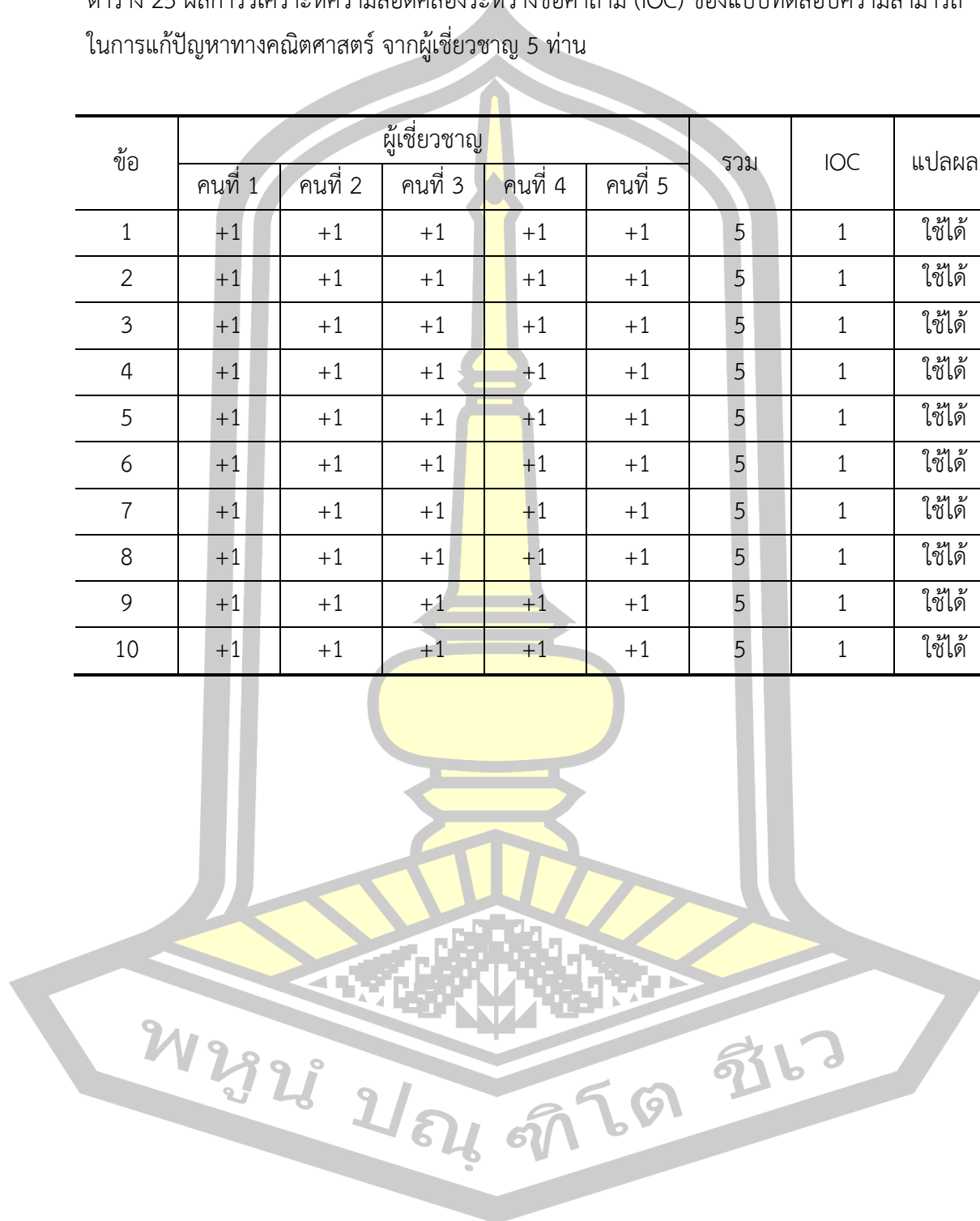
ตาราง 24 ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยาก (P) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	ค่า B	ค่า P	ค่าความเชื่อมั่น
1	0.30	0.78	0.48
2	0.23	0.76	0.50
3	0.23	0.76	0.50
4	0.27	0.65	0.52
5	0.22	0.60	0.53
6	0.39	0.72	0.51
7	0.22	0.46	0.56
8	0.36	0.43	0.50
9	0.24	0.67	0.52
10	0.21	0.54	0.53
11	0.30	0.48	0.55
12	0.31	0.54	0.54
13	0.56	0.37	0.47
14	0.24	0.37	0.52
15	0.27	0.65	0.57
16	0.24	0.52	0.51
17	0.33	0.46	0.50
18	0.27	0.5	0.49
19	0.24	0.52	0.55
20	0.28	0.57	0.51

ค่าความเชื่อมั่น ตั้งแต่ 0.47-0.57 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.53

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อความ (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถ  
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

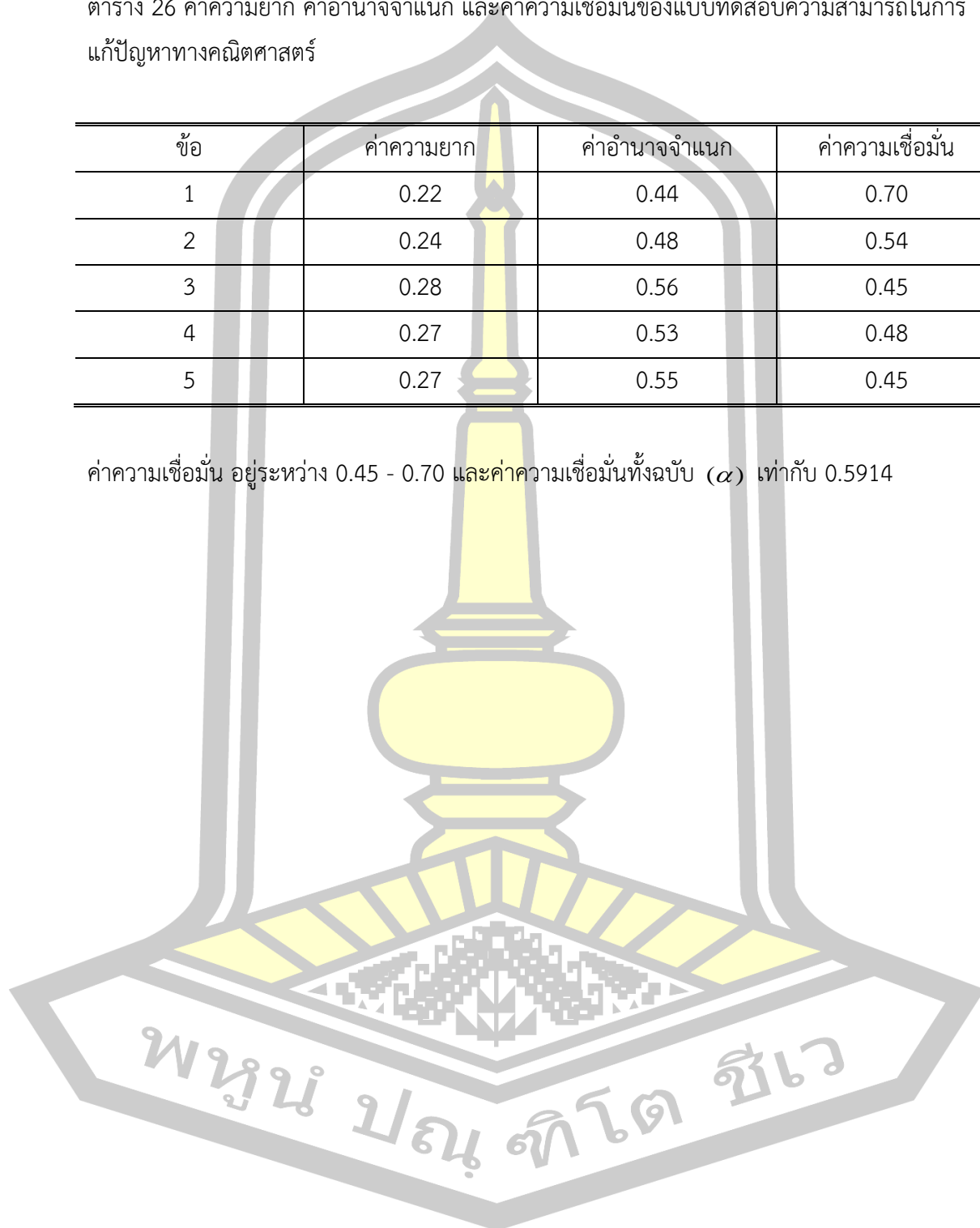
ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้



ตาราง 26 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
1	0.22	0.44	0.70
2	0.24	0.48	0.54
3	0.28	0.56	0.45
4	0.27	0.53	0.48
5	0.27	0.55	0.45

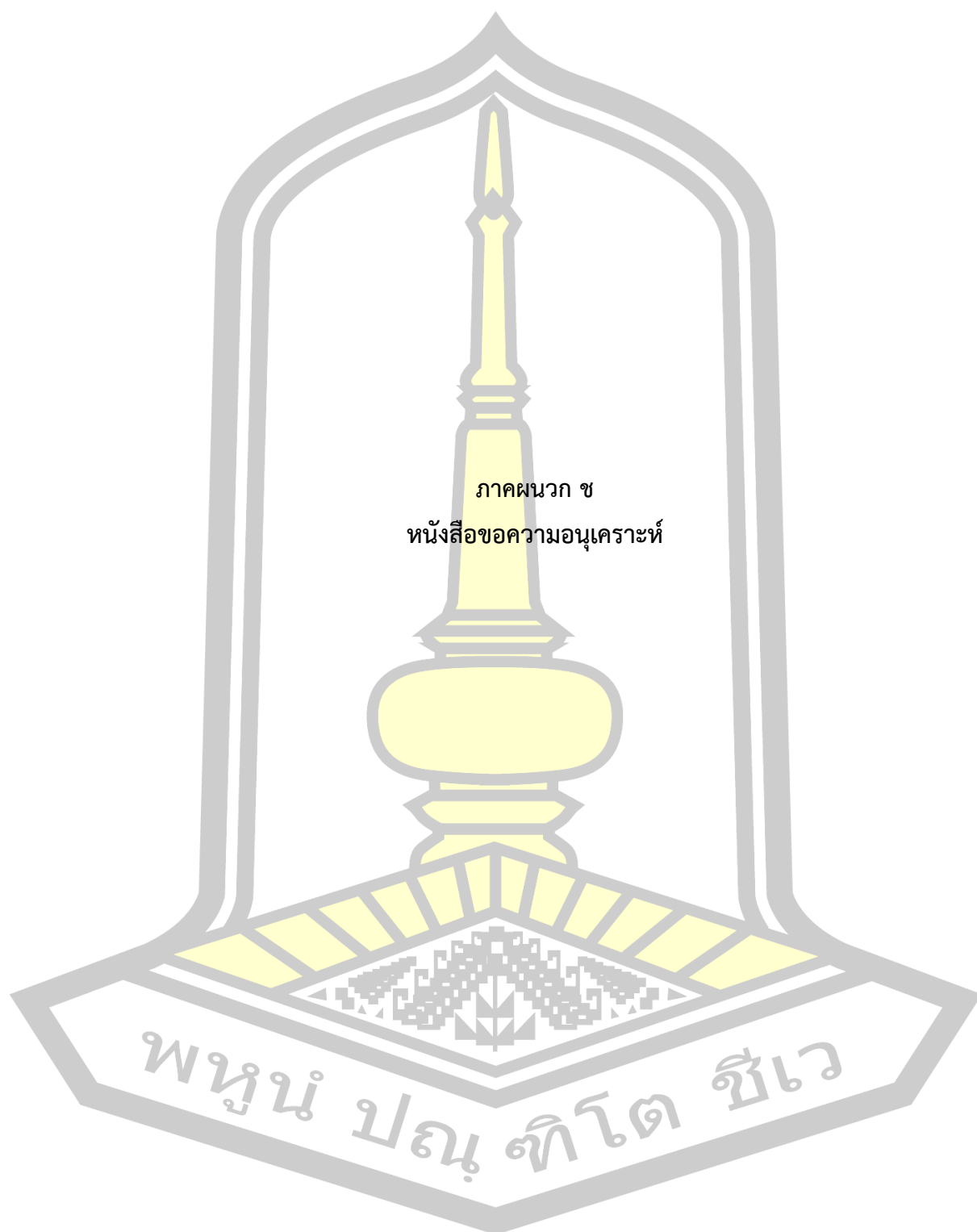
ค่าความเชื่อมั่น อยู่ระหว่าง 0.45 - 0.70 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ( $\alpha$ ) เท่ากับ 0.5914





ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อความ (IOC) ของความพึงพอใจ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	0	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
5	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
8	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
14	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
15	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
17	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้



ภาคผนวก ช  
หนังสือขอความอนุเคราะห์

พหุบัณฑิตยาลัย



### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว15

วันที่ 3 มกราคม 2562

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม

ด้วย นายปชัญญะ ถานันตะ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โอมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พูน ปรนุ ทิโต ชีเว



### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว15

วันที่ 3 มกราคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ

ด้วย นายปรัชญูญะ ถานันตะ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โอมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานศูนย์ ประชุม ทักษะ โทษะ ชีวะ



### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว15

วันที่ 3 มกราคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล

ด้วย นายปรัชญูญะ ถานันตะ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โอมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พูน ปณ ทิโต ชีเว



ที่ ศธ. 0530.5(2) / 620

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

15 กุมภาพันธ์ 2562

**เรื่อง** ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

**เรียน** ผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม

ด้วย นายปรัชญะ ฉานันตะ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นายปรัชญะ ฉานันตะ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี เพื่อนิตินจะนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โอมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4374-3174

เบอร์โทรนิสิต 0833464435



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว15

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

3 มกราคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวสิริพร ภูหัวดอน

ด้วย นายปรัชญูญะ ถานันตะ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0833464435



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ๖15

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

3 มกราคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสุตารักษ์ นรินทร์รัมย์

ด้วย นายปรัชญะ ถานันตะ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0833464435





ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว15

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

3 มกราคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางยุพิน พลเรือง

ด้วย นายปชัยญะ ถานันตะ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0833464435



ที่ ศธ. 0530.5(2) / 619

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

15 กุมภาพันธ์ 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย  
เรียน นายสวัสดิ์ จันทมนตรี

ด้วย นายปรัชญา ถานันตะ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0833464435

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	ปรัชญะ ถานันตะ
วันเกิด	8 กรกฎาคม พ.ศ. 2537
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	103/6 ถนนศรีสุข ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2559 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2562 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนุ่ ปณุ่ ทีโตะ ชีเว