

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้  
โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ  
ฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เสาวนิตย์ อัจวิชัย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
มีนาคม 2561  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

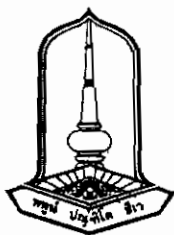


การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้  
โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ  
ฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เสาวนิตย์ อัจฉิษฐ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
มีนาคม 2561  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม





คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวเสาวนิตย์ อัจฉิชัย  
ได้รับสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... (ผศ.ดร.สุพจน์ สีบุตร)	ประธานกรรมการ (ผู้ทรงคุณวุฒิ)
..... (ผศ.ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์)	กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก)
..... (อาจารย์ ดร.มนชยา เจียงประดิษฐ์)	กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม)
..... (ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล)	กรรมการ (กรรมการบัณฑิตศึกษาประจำคณะ)
..... (ผศ.ดร.ประภาส ผิวอ่อน)	กรรมการ (กรรมการบัณฑิตศึกษาประจำคณะ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(ศ.ดร.วิเชียร มากตุ้ม)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 29 เดือน 8 พ.ศ. 2561



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.มนชยา เจียงประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ สืบบุตร ประธาน กรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล กรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภาส ผิวอ่อน กรรมการสอบและอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือ และแนะนำ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ขวลิต เอี่ยมเจริญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณณ์ คุณครูยุพิน พลเรือง คุณครูพัฒนาพร เขจรนิตย์ และคุณครูจุฑาภรณ์ วิเชียรภักดิ์ ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ คำแนะนำตลอดการแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้จนได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียน โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 24 ทุกท่านที่มีส่วนร่วมและเป็นกำลังใจในการใช้เครื่องมือวิจัย ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณแม่สวณใจ อาจวิชัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีชัย สิทธิศร คุณครูวุฒิชัย ภูติ รวมทั้งญาติพี่น้องทุกคน ที่คอยให้ความห่วงใย สนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบุพการี และบูรพาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

เสาวนิตย์ อาจวิชัย



<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
<b>ผู้วิจัย</b>	นางสาวเสาวนิตย์ อาจวิชัย
<b>ปริญญา</b>	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ อาจารย์ ดร.มนชยา เจียงประดิษฐ์
<b>มหาวิทยาลัย</b>	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่พิมพ์ 2561

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 จำนวน 66 คน จาก 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 12 แผน 2) แผนการจัดการเรียนรู้ปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 12 แผน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.307 ถึง 0.723 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตั้งแต่ 0.269 ถึง 0.658 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.839 4) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.327 ถึง 0.465 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.303 ถึง 0.532 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.813 5) แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับจำนวน 15 ข้อ ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.929



สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Hotelling's  $T^2$

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

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

โดยสรุป นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพต่อไปได้



**TITLE** Development of mathematics learning activities based on inquiry approach using the Geometer's Sketchpad on exponential function and logarithmic function for Mattayomsuksa 5

**AUTHOR** Miss Saowanit Ardwichai

**DEGREE** Master Degree of Science **MAJOR** Mathematic Education

**ADVISORE** Asst. Prof. Nongluk Viriyapong, Ph.D.  
Monchaya Chiangpradit. Ph.D.

**UNIVERSITY** Mahasarakham University **YEAR** 2018

### ABSTRACT

The purposes of this research were : 1) to develop the mathematics learning activities based on inquiry approach using the Geometer's Sketchpad Program (GSP) on exponential function and logarithmic function for Matthayomsuksa 5, Its efficiency criteria were 75/75. 2) to study the effectiveness index of mathematics learning activities based on inquiry approach using the Geometer's Sketchpad Program (GSP). 3) to compare student achievement and the ability to solve mathematical problems of students with mathematics learning activities based on inquiry approach using the Geometer's Sketchpad Program (GSP). 4) to study the students' satisfaction on the mathematics learning activities based on inquiry approach using the Geometer's Sketchpad Program (GSP). The sample groups used in this research were 66 students from 2 classes of Matthayomsuksa 5 in the first semester of academic year 2017, Kalasinpittayasan School, Muang District, Kalasin Province; the secondary educational service area office 24 by Cluster Random Sampling with the experimental group was divided into 1 experimental group and 1 control group. The instruments used in this research were 1) 12 lesson plans of the mathematics learning activities based on inquiry approach using the Geometer's Sketchpad Program (GSP). 2) 12 lesson plans of the mathematics learning activities. 3) the achievement test were 30 four-alternative items of the mathematics using the Geometer's Sketchpad program (GSP). 4) the ability test to solve conic section on, it was 4 items of subjective 5) the satisfaction of student' test on the mathematics learning activities based on inquiry approach using the Geometer's Sketchpad Program (GSP). They



were 15 items rating scales. Statistics used in the research include: a percentage, a mean, a standard deviation and hypothesis test by using Hotelling's  $T^2$

The results were as follows.

1. The lesson plan of the Mathematics learning activities based on inquiry approach using the Geometer's Sketchpad Program (GSP) on exponential function and logarithmic function for Matthayomsuksa 5 found that its efficiency were 87.77/80.00 and 78.00/75.28 respectively. It was in the setting criteria of 75/75.

2. The effectiveness index of the Mathematics learning activities based on inquiry approach using the Geometer's Sketchpad Program (GSP) found that there were 0.7271 and 0.6941. It showed that students had learning progress were 72.71 and 69.41 percent respectively.

3. The students had mathematics learning management based on inquiry approach using the Geometer's Sketchpad Program (GSP), found that there had the learning achievement and mathematical problem solving ability were higher than the students who learned by using normal learning activities at the .05 level of significance.

4. The satisfaction of student' tests on the Mathematics learning activities based on inquiry approach using the Geometer's Sketchpad Program (GSP) found that the average score was 4.31 at the high level.

In conclusion, students studied the mathematics learning activities based on inquiry approach using the Geometer's Sketchpad Program (GSP) on exponential function and logarithmic function for Matthayomsuksa 5 found that there had the students' learning achievement and mathematical problem solving ability were higher than that of the students with normal learning activities.





## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพประกอบ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	4
1.4 ความสำคัญของการวิจัย .....	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 ปริทัศน์เอกสารข้อมูล.....	7
2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ .....	7
2.2 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.....	10
2.2.1 หลักการสอนคณิตศาสตร์.....	10
2.2.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	13
2.2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ .....	18
2.2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี .....	26
2.2.5 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	31
2.2.6 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	33
2.2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	35
2.3 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	40
2.4 ความพึงพอใจ.....	47
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	49
2.5.1 งานวิจัยในประเทศ.....	49
2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ.....	52



บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	54
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	54
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย.....	54
3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ .....	55
3.4 รูปแบบของการวิจัย.....	70
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	70
3.6 การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	79
4.2 ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	80
บทที่ 5 บทสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	86
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	86
5.2 สรุปผล .....	87
5.3 อภิปรายผล.....	87
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	92
เอกสารอ้างอิง .....	93
ภาคผนวก.....	102
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้ โปรแกรมจีเอสพีกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ .....	103
ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความพึงพอใจ.....	147
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	158
ภาคผนวก ง คະแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	176
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ หนังสือขอความอนุเคราะห์ ใช้เครื่องมือวิจัย.....	202
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	210



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 2.1 บทบาทครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน .....	25
ตาราง 3.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	56
ตาราง 3.2 วิเคราะห์เนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างข้อสอบ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม .....	63
ตาราง 3.3 การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม .....	67
ตาราง 3.4 แสดงรูปแบบของการวิจัย .....	70
ตาราง 4.1 ค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีและแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ .....	80
ตาราง 4.2 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ .....	81
ตาราง 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์.....	82
ตาราง 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบ สืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการทาง สถิติ Hotelling's T <sup>2</sup> .....	82
ตาราง 4.5 คะแนนค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัด กิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียน ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	83



ตาราง 4.6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน  
ด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะกับนักเรียนที่เรียน  
ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และผลการเปรียบเทียบความสามารถ  
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้  
วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการ  
จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติโดยวิธีการทางสถิติ t-test..... 83

ตาราง 4.7 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัด  
กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ..... 84

ตาราง ค\_1 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะ  
โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม  
ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ..... 162

ตาราง ค\_2 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์  
โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ..... 164

ตาราง ค\_3 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้  
โปรแกรมจีเอสพีและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล  
และฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ..... 166

ตาราง ค\_4 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบ วัด  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผลการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน..... 168

ตาราง ค\_5 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ..... 170

ตาราง ค\_6 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัด  
ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์..... 172

ตาราง ค\_7 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์..... 173

ตาราง ค\_8 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา (IC)  
ของแบบวัดความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ..... 174



ตาราง ค_9 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้เกณฑ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน รายข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) และค่าความเชื่อมั่นของ แบบวัดความพึงพอใจ .....	175
ตาราง ง_1 คะแนนด้านความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี.....	177
ตาราง ง_2 คะแนนทักษะกระบวนการของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี .....	179
ตาราง ง_3 คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี .....	181
ตาราง ง_4 คะแนนด้านความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ .....	182
ตาราง ง_5 คะแนนทักษะกระบวนการของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	186
ตาราง ง_6 คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	189
ตาราง ง_7 คะแนนทดสอบย่อยของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	192
ตาราง ง_8 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ .....	195
ตาราง ง_9 สรุปคะแนนรวมระหว่างเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี .....	198
ตาราง ง_10 สรุปคะแนนรวมระหว่างเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบปกติ .....	200



สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 2.1 แผนภูมิแสดงการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....24



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 หลักการและเหตุผล

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเป็นระบบ ตลอดจนมีทักษะในการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ เหมาะสม ซึ่งเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ยิ่งกว่านั้นยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมากมายในทุกวันนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบัน เป็นการจัดการเรียนรู้เน้นทักษะกระบวนการ (ศศิกานต์ พงษ์พัฒน์, 2555: 1) และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อการศึกษาต่อประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ เพื่อให้การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตอบสนองแนวนโยบายที่ได้ตั้งไว้ และทำให้เกิดประโยชน์เป็นรูปธรรม ครูจึงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปตามมาตรฐานของหลักสูตร ในขณะที่ผู้เรียนต้องปรับบทบาท จากการเป็นผู้รับเป็นผู้แสวงหา และเรียนรู้ด้วยการคิด การปฏิบัติอย่างแท้จริงไม่ใช่จดจำเพียงอย่างเดียว (กรมวิชาการ, 2545: 6) ดังนั้นเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูควรเพิ่มกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสำรวจ สืบสวน สร้างข้อคาดการณ์ อธิบาย และตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 170) ซึ่งสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) ที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีรูปแบบการเรียนการสอนที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายสามารถเชื่อมโยงความคิดเดิมไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ (ศศิกานต์ พงษ์พัฒน์, 2555: 1)

สื่อการเรียนรู้เป็นอีกเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้ ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึกเพิ่มพูนทักษะ และประสบการณ์ สร้างสถานการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาศักยภาพทางการคิด ได้แก่ การคิดไตร่ตรอง การคิดอย่างสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมี



วิจารณ์ญาณ ตลอดจนสร้างเสริมคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมให้แก่ผู้เรียน สื่อการเรียนรู้ในยุคปัจจุบันมีอิทธิพลสูงต่อการกระตุ้นให้ผู้เรียนกลายเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (กรมวิชาการ, 2545: 6-9) การนำสื่อการเรียนรู้ใหม่ ๆ ที่เรียกว่า นวัตกรรม ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงความเหมาะสม สถานการณ์ที่แท้จริงของผู้เรียน ครูผู้สอนจึงเป็นผู้มีบทบาทสำคัญยิ่งในการเลือก และใช้สื่อการเรียนรู้อย่างมีคุณค่า และ มีความเหมาะสมกับกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2544 (กรมวิชาการ, 2545: 10) การนำเทคโนโลยีเพื่อเป็นสื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็วและกว้างขวางมากขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548: 1) ได้ตระหนักในความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียน และเห็นว่าโปรแกรมจีเอสพี (The Geometer's Sketchpad: GSP ) เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้าง สำนวน และวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเรขาคณิตศาสตร์หลายด้าน สามารถใช้สร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่มีปฏิสัมพันธ์ได้หลากหลายตั้งแต่การค้นหา ในระดับพื้นฐาน ซึ่งเกี่ยวกับรูปร่างและจำนวนไปจนถึงภาพวาดขั้นสูงที่มีความซับซ้อน เคลื่อนไหวได้ และมีความสามารถในการสร้างโมเดลที่สื่อความหมายชัดเจน นอกจากนี้ โปรแกรมจีเอสพี ยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดจินตนาการในการคิด ค้นหาเหตุผลและเพิ่มพูนความรู้ ความสามารถ เกิดความกระตือรือร้น ดึงดูดความสนใจ อยากค้นคว้าด้วยการตอบสนองทันทีจากโปรแกรมดังกล่าว และผู้สอนสามารถที่จะสาธิตหรือสรุปให้นักเรียนได้ศึกษาตาม เพื่อเป็นการทบทวนเนื้อหาได้ (อำนาจ เชื้อบ่อคา, 2547: 1-2)

จากรายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา รอบที่สาม ของสำนักงานรับรองมาตรฐาน และการประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) พบว่าผลการประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษา ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ กลุ่มตัวบ่งชี้พื้นฐาน ตัวบ่งชี้ที่ 5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ และเมื่อพิจารณาเป็นรายวิชาพบว่าจำนวนผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับดีในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 44. 20 อยู่ระดับพอใช้ (รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเชิงพัฒนาการ โดยผลทดสอบระดับชาติ (O-NET) ม. 6 ปีการศึกษา 2558 ค่าเฉลี่ยระดับโรงเรียน 26.75 และปีการศึกษา 2559 ค่าเฉลี่ยระดับโรงเรียน 25.22 ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยปีที่ผ่านมา คิดค่าเปรียบเทียบ -1.53 คิดเปอร์เซ็นต์พัฒนาการ -5.71 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่บรรลุเป้าหมาย (ยุพิน พิพิธกุล, 2530: 3-7) ได้สรุปปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ว่าปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ได้แก่ ผู้บริหาร ครู หลักสูตร นักเรียน และสภาพแวดล้อม วิธีการเรียนของนักเรียนบางคน ซึ่งเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีท่องจำไม่มีความเข้าใจ นักเรียนบางคนจำสูตรหรือกฎได้ทุกสูตรแต่ทำโจทย์ไม่ได้ บางคนจำทฤษฎีได้แต่พิสูจน์ไม่ได้ ดังนั้น





การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนควรจะได้ศึกษาให้เข้าใจการทำความเข้าใจตามลำดับขั้นตอนนับว่าสำคัญมาก การทำแบบฝึกหัดมาก ๆ จะช่วยให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น

จากประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าเนื้อหาเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม เป็นปัญหาสำหรับนักเรียนค่อนข้างมาก ซึ่งเป็นเหตุให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ เนื่องจากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่ดี และขาดทักษะกระบวนการในการคิดอย่างมีเหตุผล การสอนคณิตศาสตร์ ในระดับประถม มัธยมศึกษาเท่าที่ผ่านมาจะพบสภาพปัญหาการเรียนการสอนที่ไม่สามารถจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนได้ ทำให้ผู้เรียนขาดความสุขและจิตนาการในการเรียน การสอนที่ใช้เทคนิคที่หลากหลายจะช่วยส่งเสริมการคิดของผู้เรียนและพัฒนาสมองทั้งสองซีกให้สมดุล เพื่อเป็นคน เก่ง ดี มีสุข (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี, 2542: 28)

จากเหตุดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาและสามารถเชื่อมโยงความคิดเดิมไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

1.2.2 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



### 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

### 1.4 ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยในครั้งนี้ จะเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องได้นำไปใช้ ในการพิจารณาเลือกวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนอันจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการจัดกระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน

### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

#### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 24 โดยโรงเรียนได้จัดชั้นเรียนกลุ่มนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับ เก่ง กลาง และ อ่อนคละกันไปตามผลสอบเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 15 ห้องมีนักเรียนทั้งหมดจำนวน 584 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/14 จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม เป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 36 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้หน่วยสุ่มเป็นห้องเรียน

#### 1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

2. ตัวแปรตาม คือ

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



1.5.3 ระยะเวลาในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 24 คาบ (ไม่รวมการทดสอบก่อนและหลังเรียน)

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี หมายถึง การเรียนรู้ตามการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ มีขั้นตอนคือ

ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนหรืออาจเกิดจากการอธิบายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ในช่วงนั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนหรือครูตั้งคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน มีขั้นตอนย่อยคือ

ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ครูเปิดไฟล์สื่อ GSP ที่สร้างขึ้นให้นักเรียนคาดเดาเหตุการณ์หรือคำตอบสถานการณ์หรือข้อนั้น ๆ

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่ครูเปิดไฟล์สื่อ GSP ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยตัวอย่าง แบบฝึกหัด นักเรียนสามารถออกมา ร่างคำตอบ บนกระดานได้

ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมโดยให้นักเรียนปฏิบัติตามใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป

ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) ครูและนักเรียนร่วมการสรุปความรู้ที่ได้รับ ครูเป็นผู้ประเมินความรู้ ทักษะกระบวนการที่นักเรียนได้รับและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

1.6.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นที่กำหนดไว้ในคู่มือครูของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

1.6.3 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของการจัดการเรียนรู้โดยที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ดังนี้

75 ตัวแรก ( $E_1$ ) หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการซึ่งหาได้จากร้อยละของคะแนนจากคะแนนด้านความรู้ คะแนนทักษะกระบวนการ คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และทดสอบย่อย

75 ตัวหลัง ( $E_2$ ) หมายถึง ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งหาได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์



1.6.4 ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าที่แสดงความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติวัดได้จากความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน

1.6.5 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ใช้กระบวนการคิด ความเข้าใจ ประสบการณ์ในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ แสดงขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนความรู้ความสามารถตามมาตรฐานตัวชี้วัด เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.7 ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ พอใจ มีความสุขของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วัดได้จากแบบวัดความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น



## บทที่ 2

### ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหา และแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการวิจัย โดยมีรายละเอียดเนื้อหาครอบคลุมในเรื่อง ดังต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 2.2 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
  - 2.2.1 หลักการสอนคณิตศาสตร์
  - 2.2.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
  - 2.2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
  - 2.2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี
  - 2.2.5 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
  - 2.2.6 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
  - 2.2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.3 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4 ความพึงพอใจ
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 2.5.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

### 2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ความเป็นมาและความสำคัญของคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2551: 25) ได้กล่าวถึงว่าทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข



### ต้องเรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

1. จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง
2. การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
3. เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)
4. พีชคณิต แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน
6. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 29) ได้กล่าวถึงคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้



2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้
3. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล
4. เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้
5. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
6. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้
7. รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา
8. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูล และวัดดูประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ
9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ประกอบการตัดสินใจและแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

#### สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

##### สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้



### สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

### สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

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

### สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

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

### สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

### สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

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

## 2.2 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

### 2.2.1 หลักการสอนคณิตศาสตร์

วัชร กัญจนกัรติ (2554: เว็บไซท์) ได้อธิบายว่าหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญคือ

1. สอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิดและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปราย เพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลาย และเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป





2. สอนให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์
3. สอนโดยคำนึงว่าจะให้นักเรียนเรียนอะไร (What) และเรียนอย่างไร (How) นั่นคือต้องคำนึงถึงทั้งเนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียน
4. สอนโดยการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม หรือการทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมมากมาย เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้นหรือพอที่จะจินตนาการได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่สามารถหาสื่อมาอธิบายได้
5. จัดกิจกรรมการสอนโดยคำนึงถึงประสบการณ์และความรู้พื้นฐานของนักเรียน
6. สอนโดยใช้การฝึกหัดให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งการฝึกรายบุคคล การฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์ และการฝึกทักษะรวมเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น
7. สอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา สามารถให้เหตุผล เชื่อมโยงสื่อสาร และคิดอย่างสร้างสรรค์ ตลอดจนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและนำไปคิดต่อ
8. สอนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน
9. ผู้สอนควรศึกษาธรรมชาติและศักยภาพของผู้เรียน เพื่อจะได้กิจกรรมการสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียน
10. สอนให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ รู้สึกว่าวิชาคณิตศาสตร์ไม่ยาก และมีความสุขสนุกสนานในการทำกิจกรรม
11. สังเกต และประเมินการเรียนรู้อุณหภูมิ และความเข้าใจของผู้เรียนขณะเรียนในห้อง โดยใช้คำถามสั้น ๆ หรือการพูดคุยปกติ

กรมวิชาการ (2551: 182) ได้อธิบายว่าหลักการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อและเทคโนโลยีต่างๆโดยอิสระ ผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้สอนทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และชี้แนะในข้อบกพร่องของผู้เรียน และในขั้นการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สิ่งสำคัญที่ผู้สอนควรคำนึงถึงคือความรู้พื้นฐานของผู้เรียนสำหรับการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ขึ้นเตรียมความพร้อมเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมผู้สอนสามารถใช้คำถามเชื่อมโยงเนื้อหา หรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่เนื้อหาใหม่หรือใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการทบทวนความรู้เดิม ในขั้นปฏิบัติกิจกรรมผู้สอนอาจใช้ปัญหาซึ่งมีความเชื่อมโยงกับเรื่องราวในขั้นเตรียมความพร้อม และใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ให้ผู้เรียนสามารถสรุปหรือเข้าใจ หลักการ แนวคิด กฎ สูตร สัจพจน์ ทฤษฎีบท หรือบทนิยามด้วยตนเองในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม ผู้สอนควรให้อิสระทางความคิดกับผู้เรียนให้คำแนะนำตามความจำเป็น เนื่องจาก



ลักษณะการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะต้องอาศัย ความรู้พื้นฐานที่ต่อเนื่องกันในการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์สำหรับเด็กเล็ก ผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้จากการปฏิบัติ/ทำกิจกรรมได้ฝึกทักษะ/ กระบวนการ โดยฝึกการสังเกต ฝึกการให้เหตุผล และ หาข้อสรุปจากสื่อรูปธรรมหรือแบบจำลองต่าง ๆ ก่อนและขยายวงความรู้สู่นามธรรมให้กว้างขึ้นสูงขึ้นตามความสามารถของผู้เรียน ถ้าสาระเนื้อหาหรือ กิจกรรมที่ผู้สอนจัดให้นั้นมีความยากเกินไป หรือต้องอาศัยความรู้พื้นฐานที่สูงกว่าผู้เรียนมีอยู่ ผู้สอนจึง ควรสร้างพื้นฐานความรู้ใหม่ อาจใช้วิธีลดรูปของปัญหานั้นให้ง่ายกว่าเดิมหรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสริม เพิ่มเติมให้อีกก็ได้

ยุพิน พิพิธกุล (2545: 11-12) ได้อธิบายว่าหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า

1. ควรสอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก
2. เปลี่ยนจากนามธรรมไปสู่รูปธรรม ในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนรูปธรรม ประกอบ
3. สอนให้สัมพันธ์ความคิด เมื่อครูจะทบทวนเรื่องใดก็ควรจะทบทวนให้หมด การ รวบรวมเรื่องที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่จะช่วยให้เด็กเรียนเข้าใจ และจำได้แม่นยำ
4. เปลี่ยนวิธีการสอน ไม่ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย ผู้สอนควรสอนให้สนุกสนานและ น่าสนใจซึ่งอาจจะมี กลอน เพลง เกม การเล่าเรื่อง การทำภาพประกอบ การ์ตูน ปริศนา ต้องรู้จัก สอดแทรกสิ่งละอันพันละน้อย เพื่อให้เด็กเรียนน่าสนใจ
5. ใช้ความสนใจของเด็กเป็นจุดเริ่มต้น เป็นแรงจูงใจที่จะเรียน ด้วยเหตุนี้ในการ สอนจึงมีการนำเข้าสู่บทเรียนเร้าใจเสียก่อน
6. ควรจะคำนึงประสบการณ์เดิม และทักษะเดิมที่นักเรียนมีอยู่ กิจกรรมใหม่ควรจะ ต่อเนื่องกับกิจกรรมเดิม
7. เรื่องที่มีสัมพันธ์กันก็ควรสอนไปพร้อม ๆ กัน
8. ให้ผู้เรียนมองเห็นโครงสร้างไม่ใช่เน้นแต่เนื้อหา
9. ไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไป ผู้สอนบางคนชอบให้โจทย์ยาก ๆ เกินสาระการเรียนรู้ที่ กำหนดไว้ซึ่งอาจจะทำให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนท้อถอย แต่ถ้าผู้เรียนเก่งก็อาจจะชอบ ควรจะส่งเสริมเป็น รายไปในการสอนต้องคำนึงถึงหลักสูตรและเลือกเนื้อหาเพิ่มเติมให้เหมาะสมทั้งนี้เพื่อส่งเสริมศักยภาพ
10. สอนให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง การยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง จนนักเรียนเห็นรูปแบบ จะช่วยให้นักเรียนสรุปได้ อย่ารีบบอกเกินไปควรเลือกวิธีการต่าง ๆ ที่สอดคล้อง กับเนื้อหา
11. ให้ผู้เรียนปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้ ลงมือปฏิบัติจริงและประเมินการปฏิบัติจริง
12. ผู้สอนควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น วิชา คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนหนัก ครูจึงไม่ควรจะเคร่งเครียด ให้นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน
13. ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้น และตื่นตัวอยู่เสมอ



14. ผู้สอนควรหมั่นหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อจะนำสิ่งแปลก และใหม่มาถ่ายทอดให้ ผู้เรียนและผู้สอนควรจะเป็นผู้ที่มีศรัทธาในอาชีพครูอย่างแท้จริง

สรุปได้ว่า หลักการสอนคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จนั้นต้องคำนึงถึงขั้นตอนการเรียนรู้ ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลซึ่งใน การจัดการเรียนการสอนถ้าครูใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมกับวิธีการเรียนของผู้เรียนแล้วจะทำให้การ เรียนรู้ของผู้เรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและคงทนยั่งยืน ถ้าผู้เรียนได้รับการสอนที่สอดคล้องกับ วิธีการเรียนที่ตนเองชอบจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีทัศนคติที่ดีต่อการสอน

### 2.2.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนจะประสบความสำเร็จ และเป็นไปอย่างมี ประสิทธิภาพ ผู้เรียนได้รับองค์ความรู้อย่างเต็มที่เต็มศักยภาพ ครูผู้สอนต้องมีการเตรียมตัวเป็นอย่างดี ด้านการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในอดีตคือแผนการสอน มีนักวิชาการให้ความหมายและ ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

#### 1. ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเอกสารที่ครูจัดทำขึ้นเพื่อกำหนดกระบวนการเรียนรู้หรือ เตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอนด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เน้นการจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริง การเรียนรู้ด้วย ตนเอง การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้จากธรรมชาติ การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง และการเรียนรู้แบบ บูรณาการ มีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กฤษดา บุญหมื่น (2555: ออนไลน์) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เดิมเรียกว่า แผนการสอน เมื่อระบบการศึกษาไทยให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ แผนการสอน จึงถูกเปลี่ยนคำเรียกเป็น แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งหมายถึง แนวทางการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ที่กำหนดให้ผู้สอนปฏิบัติตามขั้นตอนการจัดกิจกรรม ซึ่งกำหนดรายละเอียดการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้เป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อให้ผู้สอนสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพใน การจัดการเรียนรู้

สมนึก ภัททิยธนี (2546: 5) กล่าวว่าลักษณะที่ดีของแผนการจัดการเรียนรู้ต้องมี ขั้นตอน ดังนี้

1. เนื้อหาต้องเขียนเป็นรายคาบ หรือรายชั่วโมงตารางสอน โดยเขียนให้สอดคล้อง กับชื่อเรื่องให้อยู่ในโครงการสอน และเขียนเฉพาะเนื้อหาสาระสำคัญพอสังเขป (ไม่ควรบันทึกแผนการ สอนอย่างละเอียดมาก ๆ เพราะจะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย)

2. ความคิดรวบยอด (Concept) หรือหลักการสำคัญ ต้องเขียนให้ตรงกับเนื้อหาที่ จะสอนส่วนนี้ถือว่าเป็นหัวใจของเรื่องครูต้องทำความเข้าใจในเนื้อหาที่จะสอนจนสามารถเขียนความคิด รวบยอดได้อย่างมีคุณภาพ



3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ต้องเขียนให้สอดคล้อง กลมกลืนกับความคิดรวบยอด มิใช่เขียนตามอำเภอใจ มิใช่เขียนสอดคล้องเฉพาะเนื้อหาที่จะสอนเท่านั้น เพราะจะได้เฉพาะพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ความจำ สมรรถหรือการพัฒนาของนักเรียนจะไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร

4. กิจกรรมการเรียนการสอน โดยยึดเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

5. สื่อที่ใช้ควรเลือกให้สอดคล้องกับเนื้อหา สื่อดังกล่าวต้องช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการได้ง่าย

6. วัดผลโดยคำนึงถึงเนื้อหา ความคิดรวบยอด จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและช่วงที่ทำการวัด (ก่อนเรียน ระหว่างเรียน หลังเรียน) เพื่อตรวจสอบว่าการสอนของครูบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

เตือนใจ เหล่าสุวรรณ (2555: เว็บไซต์) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการสอนนั่นเอง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ควรมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง เหมาะสมกับความสามารถ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้ค้นพบคำตอบหรือการกระทำด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนรับรู้และนำกระบวนการไปใช้จริงในชีวิตประจำวัน รวมทั้งส่งเสริมการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น โดยครูคอยให้คำแนะนำและดูแลนักเรียนซึ่งมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ ดังนี้

1. จัดเนื้อหาและกิจกรรมสอดคล้องกับความสามารถ ความสนใจและความถนัดของผู้เรียน

2. จัดการเรียนรู้ให้เกิดตลอดเวลาทุกสถานที่ ประสานกับผู้ปกครอง บุคคลในชุมชน เพื่อพัฒนาผู้เรียน

3. ฝึกทักษะกระบวนการคิด วิเคราะห์ และการแก้ปัญหา

4. จัดให้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้ปฏิบัติจริง คิดเป็น ทำเป็น รู้จักแก้ปัญหา ใฝ่รู้ใฝ่เรียนอย่างต่อเนื่อง

5. จัดการเรียนรู้ผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ รวมทั้งปลูกฝัง คุณธรรม ค่านิยม อันพึงประสงค์แก่ผู้เรียน

6. จัดบรรยากาศสภาพแวดล้อม สื่อ สิ่งอำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ รวมทั้งใช้การวิจัยให้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้

ไพฑูรย์ นันตะสุนทร (2555: เว็บไซต์) กล่าวว่า รายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ ที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้นอย่างเป็นระบบและเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ล่วงหน้า เพื่อนำไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้บรรลุผลตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ซึ่งลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้มี 2 แบบ คือ

1. แผนการสอนอย่างหยาบ หรือ การจัดทำโครงการสอน (Course Outline) เป็นแบบ Macro Plan



2. แผนการสอนย่อย จัดเป็นแบบ Micro Plan นิยมยึดถือเนื้อหาวิชามากกว่าคาบ การสอน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วย ๆ เรียกว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบหน่วย มีความละเอียดซึ่ง ครู อาจารย์ท่านอื่นสามารถสอนแทนได้ และมีเอกสารสอนในแผนนั้นอย่างครบถ้วน

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง เอกสารหรือหลักฐานที่ครูผู้สอนจัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบในรายวิชาใดวิชาหนึ่งที่ได้รับมอบหมาย เพื่อเตรียมความพร้อมและนำไปใช้ในการจัดการเรียน การสอนแก่ผู้เรียน จนบรรลุจุดหมายการเรียนรู้และหลักสูตร

## 2. ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำและคณะ (2551: 58) ได้อธิบายว่าความสำคัญของแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีการสอนที่ดี วิธีการเรียนที่ดีที่เกิดจากการผสมผสาน ความรู้และจิตวิทยาการศึกษา
2. ช่วยให้ผู้สอนมีคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำได้ล่วงหน้าด้วยตนเอง และทำให้ผู้สอนมีความมั่นใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเป้าหมาย
3. ช่วยให้ผู้สอนทราบว่าการสอนของตนได้เดินไปในทิศทางใด หรือทราบว่าจะสอนอะไร ด้วยวิธีใด สอนทำไม สอนอย่างไร จะใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อะไร และจะวัดและประเมินผลอย่างไร
4. ส่งเสริมให้ผู้สอนเฝ้าศึกษาหาความรู้ ทั้งเรื่องหลักสูตร วิธีจัดการเรียนรู้จะจัดหา และใช้สื่อแหล่งเรียนรู้ตลอดจนการวัดและประเมินผล
5. ใช้เป็นคู่มือสำหรับผู้สอนที่มาสอน (จัดการเรียนรู้) แทนได้
6. แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำไปใช้และพัฒนาแล้วจะเกิดประโยชน์ต่อ วงการศึกษา
7. เป็นผลงานทางวิชาการที่แสดงถึงความชำนาญของผู้สอนสำหรับประกอบการ ประเมิน

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550: 203) ได้อธิบายว่าความสำคัญของแผนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีการสอนวิธีเรียนที่มีความหมายยิ่งขึ้น เพราะเป็นการ จัดทำอย่างมีหลักการที่ถูกต้อง
2. ช่วยให้ผู้ครรมีคู่มือการสอนที่ทำด้วยตนเองทำให้เกิดความสะดวกในการจัดการ เรียนการสอน ทำให้สอนได้ครบถ้วนตรงตามหลักสูตรและสอนได้ทันเวลา
3. เป็นผลงานวิชาการที่สามารถเผยแพร่เป็นแบบอย่างได้
4. ช่วยให้ความสะดวกแก่ครูผู้มาสอนแทนในกรณีที่ผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนได้



สรุปได้ว่า แผนการสอนหรือแผนการจัดการเรียนรู้ มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 3. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

วัฒนาพร ระบุว่าทุกซ์ (2542: 136) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ว่าอย่างน้อยต้องมีสิ่งต่อไปนี้

1. หัวเรื่องของแผนการจัดการเรียนรู้/จำนวนคาบ
2. สารสำคัญ/ ความคิดรวบยอด/ แนวความคิดหลัก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. เนื้อหาสาระ
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้
6. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้
7. การวัดและประเมินผล

### 4. ขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้

จรรยา อาจหาญ (2549: 78-80) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับขั้นของกิจกรรมที่กำหนดไว้ในคู่มือ สสวท. ได้แสดงเป็น 6 ขั้นตอน ๆ ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะเรียนเนื้อหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนเนื้อหาใหม่
2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ โดยเริ่มต้นจาก
  - 2.1 ใช้ของจริง เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริงหรือรูปธรรมประกอบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปนำไปสู่นามธรรม
  - 2.2 ใช้รูปภาพ เป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยรูปภาพ หรือเรียกว่าการจัดประสบการณ์ระดับกึ่งรูปธรรม
  - 2.3 ใช้สัญลักษณ์ เป็นการจัดประสบการณ์ระดับนามธรรม หลังจากผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริงและโดยใช้รูปภาพแล้ว ผู้สอนจะใช้ตัวเลขและเครื่องหมายหรือประโยคสัญลักษณ์แทน เพื่อแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างประโยคสัญลักษณ์และข้อความ
  - 2.4 ขั้นสรุปเป็นวิธีลัด ให้ผู้เรียนสังเกต จากการปฏิบัติกิจกรรมแล้วสรุปนำไปสู่วิธีลัด เพื่อนำไปใช้ต่อ
  - 2.5 ขั้นฝึกทักษะ ให้ผู้เรียนสรุปหลักการได้แล้ว จึงให้ผู้เรียนฝึกทักษะด้วยการทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือแบบฝึกหัดที่ผู้สอนสร้างขึ้น
  - 2.6 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวันใช้ในวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องหรือใช้ในสถานการณ์อื่น โดยผู้เรียนทำโจทย์ปัญหาหรือทำกิจกรรมที่มักประสบในชีวิตประจำวัน



3. ชั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ อาจตรวจสอบจากแบบฝึกหัด การอภิปราย จากการซักถาม

รำเพย สุทธินนท์. (2556: เว็บไซต์) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนตามคู่มือ สสวท. มีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. ช้่นนำ

ทบทวนความรู้เดิม

2. ช้่นสอน

สอนเนื้อหาใหม่ โดยใช้สื่อประกอบของจริง รูปภาพ สัญลักษณ์ ใช้กิจกรรมเพลง เกมใช้กิจกรรมเสริม เช่น การจัดป่านิเทศในชั้นเรียนตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน ถ้าไม่เข้าใจก็ทบทวนหรือสอนใหม่ ถ้าเข้าใจจึงผ่านไปขั้นสรุปต่อไป

3. ช้่นสรุป

สรุปเป็นวิธีลัดหรือความคิดรวบยอด

4. ช้่นฝึกทักษะ

ทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน บัตรงาน

5. ช้่นประเมินผล

ตรวจสอบผลการเรียนและการนำไปใช้ ถ้าไม่ผ่านก็จัดสอนซ่อมเสริม

ถ้าผ่านก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีขั้นตอนดังนี้

ชั้นนำ เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะเรียนเนื้อหาใหม่

ชั้นสอน เป็นชั้นที่ครูเสนอกิจกรรมการเรียนรู้ และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ชั้นสรุป เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่านักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่

5. ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้

ศรินทิพย์ ภูสำลี (2542: 213-214) ได้กล่าวว่าเมื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการสอนแล้ว และได้นำไปใช้ แผนการสอนดังกล่าวจะเกิดประโยชน์ดังนี้

1. ทำให้ครูดำเนินการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะรู้เป้าหมายของการสอน ทำให้สอนด้วยความมั่นใจ สามารถจัดกิจกรรมได้เหมาะสมกับเวลา ผู้เรียน และจำนวนผู้เรียน

2. ผู้เรียนยังได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอน และทำให้ครูทราบปัญหาของการสอน สามารถปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้นต่อไปได้

3. ทำให้ครูผู้สอนมีคู่มือของตน แผนการสอนจะช่วยให้ครูมีคู่มือที่ทำด้วยตนเองไว้ล่วงหน้า ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ครบถ้วน สอดคล้องกับเวลาในแต่ละภาคเรียน



4. เป็นผลงานทางวิชาการอย่างหนึ่ง que แสดงถึง ความชำนาญ การความเชี่ยวชาญของ ผู้ทำแผนการสอน และสามารถเผยแพร่เป็นตัวอย่างที่ดีในด้านแผนการสอน

5. ใช้เป็นคู่มือสำหรับครู ที่จะมาทำการสอนแทน

6. ใช้เป็นหลักฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน ที่ถูกต้องและเที่ยงตรงเพื่อ แสดงต่อบุคลากร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่นผู้บริหาร ศึกษานิเทศก์ เป็นต้น

ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้ หรือแผนการสอน จึงเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียน การสอนเป็นอย่างยิ่ง เพราะการที่จะจัดการเรียนการสอนให้บรรลุเป้าหมาย ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้อง มีการวางแผนล่วงหน้าก่อน เพราะการวางแผนจะช่วยให้งานต่าง ๆ นั้นเป็นไปอย่างเรียบร้อย

### 2.2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ

#### 1. ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 56) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะนี้เป็นที่รู้จักกันหลายชื่อ เช่น การสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบสอบสวน วิธีสืบเสาะหาความรู้ การให้นักเรียนค้นหา ความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบค้นพบ การสอน แบบแก้ปัญหา การสอนแบบสืบเรื่องราว วิธีสืบเสาะหาความรู้เป็นกลวิธีการสอนที่สำคัญต่อการเรียน การสอน ในปัจจุบันนิยมใช้คำว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะ ซึ่งวิธีนี้อยู่บนฐานของแนว Constructivism เป็น แนวคิดที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ใน ความจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดประสบการณ์เรียนรู้

ผ่องเพ็ญ ดัดตนรัมย์ (2555: 24) การเรียนรู้ตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ ผู้เรียนใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วม ในการสืบเสาะหาความรู้และพัฒนาการตั้งคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

ศศิกันต์ พงษ์พัฒน์ (2555: 13) กระบวนการค้นหาคำตอบของปัญหาโดยผ่าน กระบวนการทำ (Process of Doing) และกระบวนการคิด (Process of Thinking) คำตอบ สมเหตุสมผล

ไพฑูริย์ สุขศรีงาม (2545: 137) ได้กล่าวถึงการสืบเสาะความแตกต่างกันมากมาย ขึ้นอยู่กับความเชื่อและความเข้าใจ โดยสังเขป ดังนี้

การสืบเสาะ หมายถึง กิจกรรมต่าง ๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา และเป็นผลให้เกิด ความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

การสืบเสาะ หมายถึง กิจกรรมที่เน้นการแก้ปัญหา โดยใช้ปรากฏการณ์ที่กำลัเผชิญ หรือประสบอยู่และพร้อมท้าทายความคิด

การสืบเสาะ เป็นกระบวนการคิดขั้นสุดท้ายที่เกิดขึ้นหลังจากเข้าร่วมกิจกรรม การ เรียนรู้ต่าง ๆ ที่กำหนดให้

การสืบเสาะ หมายถึงวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดวิธีการหาความรู้ของเขา





การสืบเสาะ หมายถึง กิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในแนวทางต่าง ๆ กัน เพื่อแก้ปัญหาหรือความขัดแย้งด้านความคิด

การสืบเสาะ หมายถึง การสอนที่ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาเรื่องราวต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์

เวลช์ (Welch, 1981: 53-54) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะ หมายถึง กระบวนการทางสติปัญญาที่ครอบคลุมถึงการใช้ยุทธศาสตร์ด้านต่าง ๆ ได้แก่ การแก้ปัญหา การใช้หลักฐานการใช้ตรรกศาสตร์ การทำความเข้าใจให้ชัดเจน ให้คุณค่า หรือค่านิยมต่าง ๆ การตัดสินใจตลอดจนการเลือกใช้ระเบียบข้อบังคับของการสืบเสาะอย่างเหมาะสม ซึ่งในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์นั้นจำเป็นต้องมีการรอบความคิดความเชื่อและข้อตกลงเบื้องต้นเป็นเครื่องชี้นำในการศึกษาเสมอ

สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะ หมายถึง การเรียนรู้ตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้และพัฒนาการตั้งคำถามใช้กระบวนการค้นหาคำตอบของปัญหาโดยผ่านกระบวนการทำ (Process of Doing) และกระบวนการคิด (Process of Thinking) เพื่อค้นหาคำตอบที่จะเป็นปัญหาที่ต้องการคำตอบต่อไป

## 2. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างการเรียนรู้ด้วยตนเองมีพื้นฐานมาจากแนวคิด ทฤษฎีดังต่อไปนี้ (เอกสารการอบรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน สาขาชีววิทยา สสวท: ออนไลน์)

2.1. ปรัชญาวิทยาศาสตร์ดั้งเดิม ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความจริงหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่หรือเป็นอยู่ ซึ่งได้จากการตรวจสอบ การค้นคว้าทดลองอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ ความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกิดจากการสรรสร้างของแต่ละบุคคล ซึ่งมีอิทธิพลมาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิม และสิ่งแวดล้อมหรือบริบทของสังคมของแต่ละคน

2.2. แนวคิดของเพียเจต์ (Piaget) เกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด คือ การที่คนเรามีปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการปะทะสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิด มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลากระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดมี 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว (Adaptation) และการจัดระบบโครงสร้าง (Organization) การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัว และเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว โครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม มีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น กระบวนการปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการคือ



1) กระบวนการดูดซึม (Assimilation) หมายถึง กระบวนการที่อินทรีย์ซึมซาบประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2) กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accomodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซาบของเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิมแล้วถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซาบเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

2.3. ทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ (Constructivism) เชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนักน้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนรู้อย่างแท้จริง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of Learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎี Constructivism เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)

### 3. ประเภทของการสืบเสาะ

การสืบเสาะที่อาศัยปฏิบัติการสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (ศศิกันต์ พงษ์พัฒน์, 2555: 14 อ้างอิงจาก Tafoya and Kneeth, 1980)

3.1 การสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ Schwab (1970: 6-11) ได้แบ่งการสืบเสาะออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) การสืบเสาะโดยใช้ความรู้เดิม (Stable Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่นำความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วไปใช้ในการกำหนดปัญหาเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหา

2) การสืบเสาะหาความรู้ใหม่ (Fluid Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่จะพัฒนาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการปรับปรุงวิชาการต่าง ๆ ให้ถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น ตลอดจนใช้หลักการใหม่ในการสืบเสาะหาความรู้ให้กว้างขวาง และลึกซึ้งต่อไป

3.2 การทำปฏิบัติการ (Laboratory Investigation) Tafoya, Sund และ Kneeth (1980: 43-48) แบ่งการสืบเสาะแบบนี้ออกเป็น 3 ประเภท (ศศิกันต์ พงษ์พัฒน์, 2555: 14)



1) การสืบเสาะแบบสำเร็จรูป (Structured Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้กับนักเรียนบอกแนวทางในการใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองตามขั้นตอนในการทดลอง และการจัดการกระทำข้อมูล นักเรียนเป็นผู้แปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปด้วยตนเอง

2) การสืบเสาะแบบแนะนำ (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้ แต่ไม่ได้กำหนดกิจกรรมหรือวิธีการทดลอง นักเรียนเป็นผู้ค้นหาวิธีการดังกล่าวด้วยตนเองโดยอาศัยคำแนะนำจากครู

3) การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหา วิธีการแก้ปัญหา การจัดการกระทำข้อมูล การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปด้วยตนเอง

3.3 การไม่ทำปฏิบัติการ (NonLaboratory Investigation) ไม่เน้นการลงมือทำปฏิบัติการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลแต่เน้นการให้หรือเสนอข้อมูลจากครู เน้นการซักถามของครูและนักเรียน บางครั้งเรียนการสืบเสาะแบบซักถาม (Oral Inquiry) นักเรียนจะได้รับการฝึกทักษะในด้านการคิดแต่ขาดทักษะในด้านการปฏิบัติการ การสืบเสาะแบบนี้ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1) การสืบเสาะแบบนักเรียนเป็นผู้ซักถาม (Active Inquiry) นักเรียนเป็นผู้แสวงหาคำตอบโดยการซักถาม ครูเป็นผู้ช่วยเหลือในด้านการให้ข้อมูล ซึ่งอาจใช้รูปภาพ การฉายภาพยนตร์-สไลด์ ใช้การสาธิต ตลอดจนให้ข้อมูลที่จริงกับนักเรียนในรูปแบบของคำตอบใช่หรือไม่ใช่เท่านั้น บางครั้งก็เป็นผู้ตั้งคำถาม เพื่อให้ให้นักเรียนช่วยกันตอบ จนกระทั่งได้ข้อสรุปหรือเกิดความรู้ใหม่เกิดขึ้น

2) การสืบเสาะแบบครูเป็นผู้ซักถาม (Passive Inquiry) การสืบเสาะแบบนี้ ครูนอกจากทำหน้าที่ในการนำเสนอข้อมูลแล้วยังทำหน้าที่ในการซักถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งในความคิด เกิดความสนใจ อันจะนำไปสู่การคิดค้นหาคำตอบ

3) การสืบเสาะแบบผสม (Mixed Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันซักถามปัญหาที่เกิดจากการนำเสนอข้อมูลของครู ครูอาจทำหน้าที่ในการชี้แนะ

#### 4. ลักษณะสำคัญของการสอนสืบเสาะ

ในการสอนแบบสืบเสาะมีรูปแบบหรือลักษณะการจัดกิจกรรมที่หลากหลายแตกต่างกันไป เช่น รูปแบบการสืบเสาะแบบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) รูปแบบการสอนสืบเสาะของสำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น อย่างไรก็ตามมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งอเมริกา (National Research Council, 2000: 4) ได้กำหนดความสามารถของนักเรียนในการกระทำกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การสังเกต บรรยาย วัตถุประสงค์และเหตุการณ์
2. การตั้งคำถาม การซักถาม
3. การสร้างคำอธิบายของคำถาม หรือปัญหา



4. การทดสอบคำอธิบายหรือคำตอบโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ก่อนแล้ว  
ถ่ายทอด รายงานแนวความคิด ความรู้ คำอธิบายที่ได้ให้ผู้อื่นทราบ

#### 5. รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะ

##### 5.1 การสอนแบบสืบเสาะตามแนว สำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอแนะขั้นตอนกิจกรรมที่สำคัญในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ (ภพ เลหาพิบูลย์, 2540: 119-120)

1) อภิปรายเพื่อนำเข้าสู่การทดลองหรือการอภิปรายผลก่อนการทดลองเป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนดปัญหา เป็นการช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น เป็นการแนะแนวทางให้นักเรียนคิด ออกแบบทดลองหรือตั้งสมมติฐาน และหาวิธีทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2) การทดลองหรือการทำปฏิบัติการ เป็นส่วนสำคัญของกาสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น ในบางกรณีก็ไม่สามารถทำการทดลองในห้องเรียนได้ด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น ความปลอดภัย ความพร้อมในด้านอุปกรณ์ที่ยุ่ยกราคาแพง เวลาสอนไม่เพียงพอ เช่นนี้อาจจำเป็นต้องยกข้อมูลที่มีอยู่ก่อนที่ได้ทดลองมาแล้วมาใช้ประโยชน์ในการอภิปราย เพื่อนำเข้าสู่การทดลองและอภิปรายสรุปผลการทดลองนั้น ครูผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะทดลองและข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจใช้คำถามโดยถามครูหรือถามนักเรียนด้วยกันเองก็ได้

3) การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองหรือการอภิปรายหลังปฏิบัติการ เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วก็จะได้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา งานขั้นต่อไปหรืองานขั้นสุดท้ายของบทเรียนคือการอภิปรายหลังการทดลอง กิจกรรมขั้นนี้ สำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อธิบายว่าครูต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถามนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปเพื่อให้ได้แนวความคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียนนั้น ๆ

##### 5.2 การสืบเสาะโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle)

วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) หมายถึง รูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบ ความรู้ หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายใต้อสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

นันทิยา บุญเคลือบ (2540: 13-14) ได้ให้รายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้



1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียนกิจกรรมจะประกอบด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ
2. การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าหวมดหมู ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูมีหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำ หรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้
3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย
4. การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง
5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่า มีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้ภาพรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 221-226) ได้กำหนดการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแจ้งจุดประสงค์ ทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนเคยเรียนผ่านมาแล้ว ก่อนที่จะเรียนเนื้อหาใหม่ เพื่อให้นักเรียนมีพื้นฐานที่จะเรียนเนื้อหาใหม่
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนการสอนเนื้อหาที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อนและนักเรียนฝึกกิจกรรมจากบัตรกิจกรรมแบบฝึกหัดจากบทเรียนและแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นสรุปแนวคิด หลักการ และกระบวนการ การจากการสังเกตหรือการทดลองปฏิบัติ

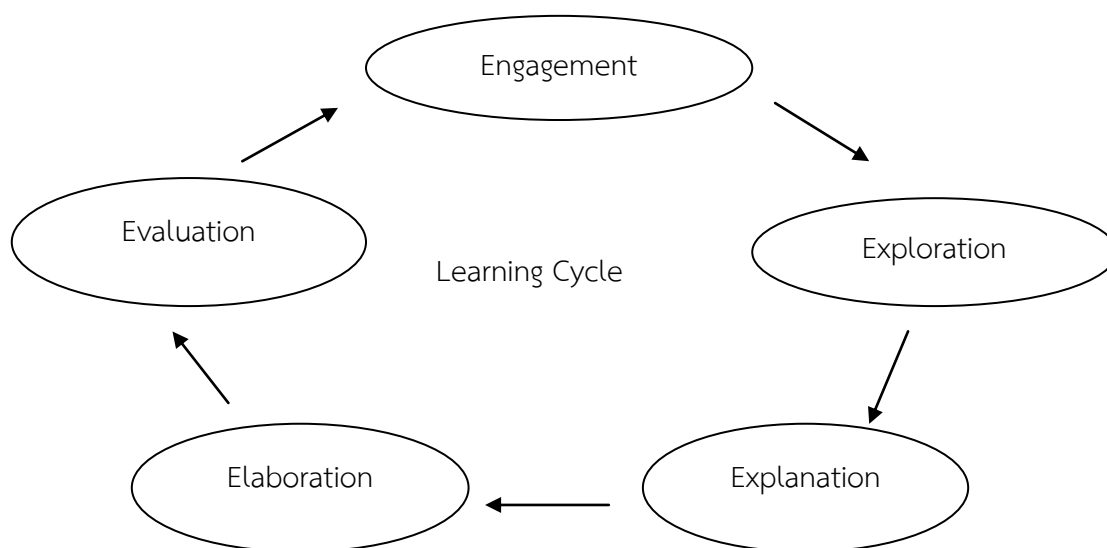


4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียน จากสิ่งที่ผู้เรียนยังไม่เข้าใจ โดยครูอธิบายเพิ่มเติม และนักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้และ ทดลองปฏิบัติจากสถานการณ์จำลอง

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่านักเรียน บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะการเรียนรู้ 5 ขั้น สามารถสรุปได้ดังแผนภูมิ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 220)

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะการเรียนรู้ 5 ขั้น สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ 2.1



ภาพประกอบ 2.1 แผนภูมิแสดงการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนจะ ประสบความสำเร็จ นอกจากประเด็นดังกล่าวข้างบนแล้ว ในแต่ละขั้นตอนครูต้องแสดงบทบาทของ ตนเองดังตาราง ดังนี้ (ศศิกันต์ พงษ์พัฒน์, 2555: 17-18)



ตาราง 2.1 บทบาทครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
1. การสร้างความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สร้างความสนใจ</li> <li>- สร้างความอยากรู้อยากเห็น</li> <li>- ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด</li> <li>- ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้หรือแนวคิดหรือเนื้อหา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายแนวคิด</li> <li>- ให้คำจำกัดความและคำตอบสรุปประเด็นให้</li> <li>- จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่บรรยาย</li> </ul>
2. การสำรวจและค้นหา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ</li> <li>- สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เตรียมคำตอบไว้ให้</li> <li>- บอกรหรืออธิบายวิธีการการแก้ปัญหา</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน</li> <li>- ให้นเวล่านักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ</li> <li>- ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่</li> <li>- ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา</li> <li>- นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน</li> </ul>
3. การอธิบายและลงข้อสรุป	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูด</li> <li>- ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง</li> <li>- ให้นักเรียนอธิบายให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนต่าง ๆ ในแผนภาพ</li> <li>- ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ยอมรับคำอธิบายโดยมีหลักฐานหรือมีเหตุผลประกอบ</li> <li>- ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน</li> <li>- แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยง</li> <li>- แนวคิด หรือทักษะ</li> </ul>



ตาราง 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
4. การขยายความรู้	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการซึ่งบอกร่วมประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพคำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว</li> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่</li> <li>- ให้นักเรียนอธิบายอย่างมีความหมาย</li> <li>- ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้คำตอบที่ชัดเจน</li> <li>- บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก</li> <li>- ใช้เวลานานในการบรรยาย</li> <li>- นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน</li> <li>- อธิบายวิธีแก้ปัญหา</li> </ul>
5. การประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สังเกตนักเรียนในการนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้</li> <li>- ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน</li> <li>- หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม</li> <li>- ให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม</li> <li>- ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง</li> <li>- ให้แนวคิดใหม่</li> <li>- ทำให้กลุ่มเครียด</li> <li>- ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงแนวคิดหรือทักษะ</li> </ul>

### 2.2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

#### 1. ความเป็นมาของโปรแกรมจีเอสพี

โปรแกรมจีเอสพี (The Geometer's Sketchpad (GSP)) เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับสร้างสำรวจ และวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเรขาคณิตศาสตร์หลายด้าน เราสามารถใช้เรขาคณิตพลวัตสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีปฏิสัมพันธ์ได้หลากหลายตั้งแต่การค้นหาในระดับพื้นฐานซึ่งเกี่ยวกับรูปร่างและจำนวนไปจนถึงภาพวาดขั้นสูงที่มีความซับซ้อน และเคลื่อนไหวได้สามารถนำไปใช้ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์ได้ เช่น เรขาคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติ และแคลคูลัสทั้งนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์สร้างสื่อการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ ได้อีกด้วยโปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียน มีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง





(Constructivist Approach) และเป็น การเรียนโดยเน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner - Centered Learning) โปรแกรม GSP เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการนึกภาพ(Visualization) ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) นอกจากนี้การใช้ซอฟต์แวร์โปรแกรม GSP ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการ สาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาหุปัญญาอันได้แก่ ปัญญาทางภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านศิลปะ

อำนาจ เชื้อบ่อคา (2547: 13-14) กล่าวเอาไว้ว่าโปรแกรมจีเอสพี (The Geometer's Sketchpad) ได้พัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ.1991 โดยนิโคลัส แจคคิวิ (Nicholas Jachiw) ทั้งนี้ อยู่ในโครงการพัฒนาเรขาคณิตที่มองเห็นได้ (Visual Geometry Project) ของมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation NSF) ซึ่งมี ยูจีน คลอทซ์ (Eugene Klotz) จากวิทยาลัยสวาร์ทมอร์ (Swarthmore College) และดอริส ซาทซ์ไนเดอร์ (Doris Schatschneider) จากวิทยาลัยมอราเวียน (Moravian College) แห่งสหรัฐอเมริกา เป็นหัวหน้าซอฟต์แวร์นี้ ครั้งแรกพัฒนาเป็นรุ่นเบต้า (Beta Version) ในลักษณะทดลองเพื่อใช้กับเครื่องแมคอินทอช (Macintosh) และพัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีที่ใช้ระบบปฏิบัติการแบบ วินโดส์ (Windows) ในปี ค.ศ. 1993 ปัจจุบันได้พัฒนาขึ้นเป็นจีเอสพีในปี ค.ศ.1995 และด้วยเงินทุนสนับสนุนของ NSF ในการพัฒนาซอฟต์แวร์และสำนักพิมพ์ Key Curriculum ในการจัดพิมพ์สื่อสิ่งพิมพ์ที่สนับสนุนการใช้จีเอสพีทำให้ซอฟต์แวร์นี้ใช้กันอย่างแพร่หลายที่โรงเรียนในสหรัฐอเมริกา และมีการเปิดเว็บไซต์ในอินเทอร์เน็ตเพื่อให้ผู้ใช้จีเอสพี ส่งข่าวสารมาเผยแพร่และแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ เจมส์ ดับเบิลยู วิลสัน (James W. Wilson) ได้กำหนดให้จีเอสพีเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาโทและปริญญาเอกของมหาวิทยาลัยจอร์เจีย (Georgia University) สหรัฐอเมริกา สำหรับในประเทศไทย สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เห็นความสำคัญของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา จึงได้สนับสนุนโปรแกรมดังกล่าวให้กับโรงเรียนที่เข้าร่วมอบรมสัมมนาเมื่อวันที่ 9 – 11 ธันวาคม พ.ศ.2545 และในการอบรมครั้งนี้สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เชิญ นิโคลัส แจคคิวิ (Nicholas Jachiw) ผู้พัฒนาโปรแกรมจีเอสพีเป็นวิทยากรในครั้งนี้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวโปรแกรม GSP จึงได้รับรางวัลยอดเยี่ยมหลายรางวัล เช่น Best Educational Software of AllTime จาก Stevens Institute of Technology Survey of Mentor Teachers และ Most Valuable Software for Students จาก National Survey of Mathematics Teachers, USA. โปรแกรม GSP มีใช้อย่างแพร่หลายกว่า 50 ประเทศทั่วโลกอีกทั้งบรรจุอยู่ในหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับต่าง ๆ ถึง 10 ประเทศ เช่น สิงคโปร์ มาเลเซีย ญี่ปุ่น จีน อังกฤษ อเมริกา เป็นต้น และได้มีการแปลเป็นภาษาต่าง ๆ ถึง 15 ภาษา ได้แก่ ฝรั่งเศส สเปน เดนมาร์ก เกาหลี ญี่ปุ่น รัสเซีย นอร์เวย์ ฟินด์แลนด์ อาหรับ เชคโก เปรู เยอรมัน จีน อังกฤษและภาษาไทย (สถาบันส่งเสริมการสนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548: 1)



## 2. โปรแกรมจีเอสพี กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ภีมวัจฉ์ ธรรมใจ (2548: 1-2) ได้กล่าวถึงโปรแกรมจีเอสพีว่า โปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นสื่อการสอนที่ใหม่ล่าสุดในวงการคณิตศาสตร์ศึกษาของไทยซึ่งในขณะที่กว่า 60 ประเทศทั่วโลกใช้โปรแกรมดังกล่าวกันมานานแล้ว โดยมีการแปลงโปรแกรมเป็นภาษาต่าง ๆ มากมาย ซึ่งโปรแกรม Geometer's Sketchpad ได้รับการแปลงเป็นภาษาไทยเช่นกัน สำหรับประเทศไทยนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เล็งเห็นถึงศักยภาพของโปรแกรมนี้อาจได้ทำการซื้อลิขสิทธิ์และนำมาแปลงเป็นเวอร์ชันภาษาไทยเพื่อความสะดวกในการใช้งานสำหรับผู้เรียนและผู้สอน

จีเอสพีเป็นโปรแกรมที่น่าสนใจอีกโปรแกรมหนึ่งซึ่งครูสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพราะสามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว (Animation) มาใช้อธิบายเนื้อหาหายาก ๆ ให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น เช่น ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ (เรขาคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติ แคลคูลัส), ฟิสิกส์ (กลศาสตร์ แสง คลื่น) ให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว และโปรแกรมนี้นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาอื่น ๆ ได้อย่างไม่มีข้อจำกัด เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปะ การออกแบบและเทคโนโลยี เป็นต้น

โปรแกรมจีเอสพีมีความสามารถในการสร้างสื่อการสอนวิชาเรขาคณิตและวิชาอื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ เป็นต้น และลักษณะการใช้งานเบื้องต้นดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 1-85)

1. การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต การสร้างรูปเรขาคณิตที่เป็นพื้นฐานของการศึกษาเรขาคณิตนั้น สามารถทำได้ด้วยวงเวียน และสันตรง การใช้โปรแกรมจีเอสพี ในการช่วยสอนการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตนี้ สามารถตรวจสอบร่องรอยการสร้างได้จากคำสั่งแสดงสิ่งที่ซ่อนไว้ทั้งหมด การสร้างรูปเรขาคณิตต้องอาศัยความรู้เรื่องการสร้างพื้นฐาน 6 แบบ ดังนี้

- 1.1 การสร้างส่วนของเส้นตรงที่ยาวเท่ากับความยาวของส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้
- 1.2 การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้
- 1.3 การสร้างมุมที่มีขนาดเท่ากับขนาดของมุมที่กำหนดให้
- 1.4 การแบ่งครึ่งมุมที่กำหนดให้
- 1.5 การสร้างเส้นตั้งฉากจากจุดภายนอกมายังเส้นตรงที่กำหนดให้
- 1.6 การสร้างเส้นตั้งฉากที่จุดจุดหนึ่งบนเส้นตรงที่กำหนดให้

2. การสร้างตารางความสัมพันธ์ โปรแกรมจีเอสพี มีสมบัติที่เอื้อให้ครูใช้ตารางความสัมพันธ์เพื่อช่วยในการสอนเนื้อหาต่าง ๆ เช่น ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความกว้าง ความยาว พื้นที่ เส้นรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เมื่อเรลากจุดใดจุดหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยม จะทำให้ข้อมูลในตารางเปลี่ยนแปลงไปตามความสัมพันธ์



3. การแปลงทางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตประกอบไปด้วย การสะท้อน การหมุน การเลื่อนขนาน และการย่อ/ขยาย ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการสร้างรูปเรขาคณิตต่าง ๆ ได้สะดวกมากขึ้น เช่น การสะท้อน

4. การสร้างกราฟโปรแกรมจีเอสพี สามารถสร้างกราฟได้อย่างง่ายมาก ทำให้นักเรียนได้สำรวจลักษณะของกราฟเมื่อมีค่าของตัวแปร เปลี่ยนแปลงไปโดยไม่ต้องสร้างรูปกราฟขึ้นมาใหม่ เช่น กราฟสมการเชิงเส้น กราฟพาราโบลา กราฟของภาคตัดกรวย กราฟฟังก์ชัน

5. การสร้างรูปสามมิติ โปรแกรมจีเอสพี สามารถสร้างเป็นรูปสามมิติได้และสามารถเคลื่อนไหว (Animation) ให้เห็นลักษณะของรูปได้รอบด้านสามมิติในระนาบแกน  $X$ ,  $Y$  และ  $Z$

6. การพิสูจน์ทางเรขาคณิต โปรแกรมจีเอสพี สามารถแสดงการพิสูจน์ทางเรขาคณิตเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี เช่น การพิสูจน์เกี่ยวกับพีระมิด

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการใช้สื่อการสอนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี มีผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนการสอนไว้หลายท่านดังนี้

นัยนา บุญสมร (2550: 7) ได้ใช้โปรแกรมจีเอสพี ประกอบการสอนโดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ชี้นำ เป็นขั้นครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้คำถามหรือไฟล์สำเร็จรูป

2. ชีสอน มีขั้นตอนย่อยดังนี้

2.1 ชีสำรวจ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนใช้ไฟล์สำเร็จรูปที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากโปรแกรมเดอะจีอเมเตอร์สเก็ตแพด (The Geometer's Sketchpad : GSP) ในการสำรวจค่าต่าง ๆ ที่ได้

2.2 ชีตั้งข้อคาดเดา เป็นขั้นที่มีข้อความคำถามให้นักเรียนตอบโดยนักเรียนต้องพิจารณาจากกิจกรรมการสำรวจในขั้นที่ 1 เพื่อนำมาตอบในขั้นข้อคาดเดา

2.3 ชีสืบเสาะหาเหตุผล เป็นการตรวจสอบข้อคาดเดาโดยให้นักเรียนปฏิบัติขั้นตอนตามใบงานเช่น เขียนฟังก์ชัน เขียนกราฟของฟังก์ชันหรือโยกรูป ดึงรูปจากไฟล์สำเร็จรูปที่ครูเตรียมให้ เพื่อให้นักเรียนสังเกต วิเคราะห์สิ่งที่ค้นพบด้วยตนเองให้นักเรียนแสดงเหตุผลในกรณีที่นักเรียนคิดว่าข้อคาดเดาของนักเรียนไม่ถูกต้อง

2.4 ชีสรุปลผล เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสรุปลข้อค้นพบจากการทำกิจกรรมใน 3 ขั้นที่ผ่านมา มาสรุปลเป็นหลักการ

3. ชีสรุปล ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปลความรู้ที่ได้โดยการถามตอบและใช้ไฟล์สำเร็จรูปสรุปลเนื้อหา

ปาณิสรา จันท์สุข (2555: 6) ได้ใช้โปรแกรมจีเอสพี ประกอบการสอนโดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ชีนำ เป็นขั้นครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้คำถาม

2. ชีสสอน มีขั้นตอนย่อยดังนี้



2.1 ชั้นสำรวจ เป็นชั้นที่ครู ใช้ไฟล์สำเร็จรูปที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากโปรแกรม GSP ในการสำรวจค่าต่าง ๆ ที่ได้

2.2 ชั้นตั้งข้อคาตเดา เป็นชั้นที่มีข้อความคำถามให้นักเรียนตอบโดยนักเรียน ต้องพิจารณาจากกิจกรรมการสำรวจในชั้นที่ 1 เพื่อนำมาตอบในชั้นข้อคาตเดา

2.3 ชั้นสืบเสาะหาเหตุผล เป็นการตรวจสอบข้อคาตเดาโดยให้นักเรียนปฏิบัติ ขั้นตอนตามใบงานเช่น เขียนฟังก์ชัน เขียนกราฟของฟังก์ชันหรือโยกรูป ดึงรูปจากไฟล์สำเร็จรูปที่ครู เตรียมให้ เพื่อให้นักเรียนสังเกต วิเคราะห์สิ่งที่ค้นพบด้วยตนเองให้นักเรียนแสดงเหตุผลในกรณีที่ นักเรียนคิดว่าข้อคาตเดาของนักเรียนไม่ถูกต้อง

2.4 ชั้นสรุปผล เป็นชั้นที่ให้นักเรียนสรุปข้อค้นพบจากการทำกิจกรรมใน 3 ชั้น ที่ผ่านมา มาสรุปเป็นหลักการ

3 ชั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้โดยการถามตอบและใช้ไฟล์ สำเร็จรูปสรุปเนื้อหา

ยุพิน พลเรือง (2557: 5) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัด กรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี แบ่งกิจกรรมการสอน 5 ชั้น ได้แก่

1 ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement) โดยผู้สอนจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ ผู้เรียนพยายามค้นพบหลักการ โดยการสังเกต วิเคราะห์ ประเมินสถานการณ์และตั้งคำถาม

2 ชั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นชั้นรวบรวมความรู้และข้อมูลเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาซึ่งผู้แก้ปัญหาต้องมีเทคนิคและรู้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ รู้จักวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตลอดจนรวบรวมข้อมูลและเรียบเรียงความรู้ให้มีระบบ

3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) การแก้ปัญหาในชั้นนี้เป็นการสร้าง หลักการและหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ แยกแยะโครงสร้างและนำไปสู่ข้อสรุป

4 ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นชั้นนำเอาความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์หรือ ผู้เรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์อื่นๆ

5 ชั้นประเมินความรู้ (Evaluation) เป็นชั้นประเมินกระบวนการสืบเสาะ ทั้งนี้เพื่อ สร้างความเข้าใจให้ดีขึ้น หรือเป็นชั้นพิจารณากระบวนการสืบเสาะเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่แต่ละเนื้อหา ย่อมมีวิธีสืบเสาะของมันเป็นเองและจากชั้นนี้จึงนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในหัวข้ออื่น ๆ ต่อไป

สรุปได้ว่า โปรแกรมจีเอสพี (The Geometer's Sketchpad : GSP) เป็นโปรแกรมที่สามารถ สร้างรูปเรขาคณิต รูปกราฟต่าง ๆ และสามารถเลื่อน หมุน ย่อส่วน ขยายส่วน ทำให้นักเรียนสามารถ สืบเสาะ ค้นหาเหตุผลและข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี โดยมีขั้นตอน ดังนี้



ขั้นที่ 1 ขั้นนำ มีขั้นตอนคือ

ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนหรืออาจเกิดจากการอธิบายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ในช่วงนั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนหรือครูตั้งคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน มีขั้นตอนย่อยคือ

ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ครูเปิดไฟล์สื่อ GSP ที่สร้างขึ้นให้นักเรียนคาดเดาเหตุการณ์หรือคำตอบสถานการณ์หรือข้อนั้นๆ

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่ครูเปิดไฟล์สื่อ GSP ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยตัวอย่าง แบบฝึกหัด นักเรียนสามารถออกมา ร่างคำตอบ บนกระดานได้

ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมโดยให้นักเรียนปฏิบัติตามใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป

ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) ครูและนักเรียนร่วมการสรุปความรู้ที่ได้รับ ครูเป็นผู้ประเมินความรู้ ทักษะกระบวนการที่นักเรียนได้รับและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

## 2.2.5 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### 1. ความหมายของประสิทธิภาพ

เผชิญ กิจระการ (2544: 51) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ผลรวมของการหาคุณภาพ (Quality) ทั้งเชิงปริมาณที่แสดงเป็นตัวเลข (Quantitative) และเชิงคุณภาพ (Qualitative) ที่แสดงเป็น ภาษาที่เข้าใจได้เป็นผลที่แสดงถึงผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ถูกต้องถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2546: 172) การหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การนำเอาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดให้ เพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงแล้วนำไปสอนจริง ๆ อย่างน้อยเป็นเวลา 1 ปีการศึกษา ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนเป็นพฤติกรรมที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดของผู้เรียน ต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอนหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั้นคือ  $E_1/E_2$  หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

เกษมศรี บุญพอ (2550: 35) ได้ให้ความหมาย การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม หมายถึง การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้แล้วนำผลที่ได้ มาปรับปรุง เพื่อนำไปสอนจริงให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของของนวัตกรรม เกณฑ์ที่จะใช้พิจารณาว่านวัตกรรมใช้ได้หรือไม่ จะต้องมีการพิจารณาตัดสิน ซึ่งส่วนใหญ่ที่นิยมใช้



ได้แก่วิชาที่เป็นเนื้อหาความรู้ความจำมักจะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนวิชาที่เป็นทักษะมักจะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 70/70 หรือ 75/75

## 2. วิธีการหาค่าประสิทธิภาพ

พินิจ เนื่องภิรมย์ (2556: เว็บไซต์) ได้อธิบายว่า การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้นจะต้องมีการหาค่าประสิทธิภาพดังต่อไปนี้

1. ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) หมายถึง ประเมินพฤติกรรมย่อยๆ จากการทำกิจกรรมของผู้เรียนในบทเรียนทุกกิจกรรม หรือจากการที่นักเรียนได้อ่านบทเรียนถูกมากน้อยเพียงใด

2. ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) หมายถึง การประเมินผลลัพธ์ (Product) ของนักเรียนโดยพิจารณาจากผลการทดสอบหลังเรียน (Post-test)

โดยในการเขียนประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้นมักเขียนในลักษณะของ  $E_1 / E_2$  เช่น 70/70 80/80 หรือ 90/90 เป็นต้น ซึ่งการคำนวณหาประสิทธิภาพ คือ การหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ซึ่งมีแนวทางการคำนวณ ดังนี้

### 1. การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ )

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

เมื่อ	$E_1$	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$x_i$	แทน คะแนนทุกส่วนที่นักเรียนทำได้
	$A$	แทน คะแนนเต็มของทุกกิจกรรม
	$n$	แทน จำนวนผู้เรียน

### 2. การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ )

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

เมื่อ	$E_2$	แทน ประสิทธิภาพของการผลลัพธ์
	$y_i$	แทน คะแนนของผู้เรียนจากการทดสอบหลังการเรียน
	$B$	แทน คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน
	$n$	แทน จำนวนผู้เรียน



สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ หมายถึงระดับประสิทธิภาพของ การจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่คาดหวังตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ และในการตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพนั้นควรเหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาวิชา แต่ไม่ควรตั้งไว้ต่ำ ซึ่งส่วนใหญ่ที่นิยมใช้ได้แก่วิชาที่เป็นเนื้อหาความรู้ความจำมักจะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนวิชาที่เป็นทักษะมักจะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 70/70 หรือ 75/75 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการหาประสิทธิภาพดังกล่าว กำหนดประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 75/75 ดังนี้

75 ตัวแรก ( $E_1$ ) หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการซึ่งหาได้จากร้อยละของคะแนนจากคะแนนด้านความรู้ คะแนนทักษะกระบวนการ คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และทดสอบย่อย

75 ตัวหลัง ( $E_2$ ) หมายถึง ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งหาได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

## 2.2.6 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### 1. ความหมายของดัชนีประสิทธิผล

สมหมาย มะลิกอง (2552: 25) ได้อธิบายว่า ดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index) หมายถึง ค่าตัวเลขที่แสดงอัตราความก้าวหน้าในการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น จากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้

ปวีณา เลิศกิจลักษณ์ (2551: 31) ได้อธิบายว่า ดัชนีประสิทธิผล คือความแตกต่างของคะแนน การทดสอบก่อนเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียนหรือเป็นการทดสอบหลังเรียนหรือเป็นการทดสอบความแตกต่างเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดสอบกับกลุ่มควบคุมดัชนีประสิทธิผลหามาได้จากการหาความแตกต่างของการทดสอบก่อนการทดลอง และการทดสอบหลังการทดลองด้วยคะแนนพื้นฐาน (คะแนนทดสอบก่อนเรียน) และคะแนนที่สามารถทำได้สูงสุดดัชนีประสิทธิผลจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงขอบเขตและการหาประสิทธิภาพสูงสุดของสื่อการเรียนการสอน

เผชญิ กิจระการ (2544: 1-6) ได้กล่าวถึงดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและคะแนนการทดสอบหลังเรียน หรือเป็นการทดสอบความแตกต่างเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดัชนีประสิทธิผลคำนวณ ได้จากการหาค่าความแตกต่างของการทดสอบก่อนทดลองและหลังการทดสอบ หลังทดลองด้วยคะแนนพื้นฐาน (คะแนนทดสอบก่อนเรียน) และคะแนนที่สามารถทำได้สูงสุด ดัชนีประสิทธิผลจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงขอบเขต และประสิทธิภาพสูงสุดของสื่อหรือการสอน จำนวนเศษของ E.I. จะเป็นเศษที่ได้จากการวัดระหว่างการทดสอบก่อนเรียน ( $P_1$ ) และการทดสอบหลังเรียน ( $P_2$ ) ซึ่งคะแนนทั้งสองชนิด (ประเภท) นี้ จะแสดงถึงร้อยละของคะแนนรวมสูงสุด ที่ทำได้ (100%) ตัวหารของดัชนี นั่นคือ ความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียน ( $P_1$ ) และคะแนนสูงสุดที่นักเรียนสามารถทำได้ ดัชนีประสิทธิผลสามารถนำมา



ประยุกต์ใช้ เพื่อการประเมินผลสื่อ โดยเริ่มจากการทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเป็นตัววัดว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานอยู่ในระดับใด รวมถึงการวัดทางด้านความเชื่อ เจตคติ และความตั้งใจของผู้เรียน นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาแปลงให้เป็น ร้อยละ และหาค่าคะแนนสูงสุด ที่เป็นไปได้ นำนักเรียนเข้ารับการทดลองเสร็จแล้วทำการทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาค่าดัชนีประสิทธิผล โดยการนำคะแนนก่อนเรียนไปลบออกจากคะแนนหลังเรียน ได้เท่าใดนำมาหารด้วยค่าที่ได้จากค่าทดสอบก่อนเรียนสูงสุดที่ผู้เรียนจะสามารถทำได้ลบด้วยคะแนนทดสอบก่อนเรียน โดยทำให้อยู่ในรูปร้อยละ

## 2. วิธีการหาค่าดัชนีประสิทธิผล

เผซิญ กิจระการ (2544: 1-6) ได้กล่าวว่า ดัชนีประสิทธิผลจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 หากค่าทดสอบก่อนเรียนเป็น 0 และการทดสอบหลังเรียน ปรากฏว่านักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลงคือได้คะแนน 0 เท่าเดิม แต่ถ้าคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 0 และคะแนนทดสอบหลังเรียนนักเรียนทำได้สูงสุด คือ เต็ม 100 ค่า E.I. จะมีค่าเท่ากับ 1.00 และในทางตรงกันข้ามถ้าคะแนนทดสอบหลังเรียนน้อยกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนค่าที่ได้ออกมาจะมีค่าเป็นลบ เช่น  $P_1 = 73\%$   $P_2 = 45\%$  และค่า E.I. = 0.38 สภาพการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อรอบรู้ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะต้องเรียนให้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดัชนีประสิทธิผลสามารถนำมาตัดแปลงเพื่ออ้างอิงเกณฑ์ด้วยค่าของเกณฑ์สูงสุดที่สามารถเป็นไปได้ ซึ่งในกรณีการหาค่าดัชนีประสิทธิผลอาจจะมีค่าได้ถึง 1.00

รำไย เต็มใจ (2553: 84) ได้อธิบายว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลสามารถใช้ได้กับข้อมูลมาตรฐานด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่น การประเมินระหว่างทดลองใช้สื่อ 2 ชนิด ผลการประเมินก่อนใช้ คือ 2.99 และการประเมินหลังการใช้ คือ 3.51 โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 86 คน ในกลุ่มที่ 1 และในกลุ่มทดลองที่ 2 การประเมินสื่อก่อนเรียนใช้สื่อ คือ 1.64 และการประเมินหลังการใช้สื่อ คือ 2.21 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ขึ้นไป ความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างการประเมินก่อนการใช้สื่อ (การทดสอบก่อนเรียน) และการประเมินหลังการใช้สื่อ (การทดสอบหลังเรียน) คือ 0.52

ดัชนีประสิทธิผลมีรูปแบบในการหาค่าดังนี้

$$E.I. = \frac{\frac{T_M}{T_N} (T_2 - T_1)}{T_M - T_1}$$

เมื่อ  $T_1$  แทน คะแนนทดสอบก่อนเรียน

$T_2$  แทน คะแนนทดสอบหลังเรียน

$T_M$  แทน คะแนนทดสอบก่อนเรียนสูงสุด

$T_N$  แทน คะแนนทดสอบหลังเรียนสูงสุด





เผชิญ กิจกรรมและ สมนึก ภัททิยธนี (2545: 30-36) ได้กำหนดสูตรในการหาค่าดัชนี ประสิทธิภาพ (Effectiveness Index : E.I.) ดังนี้

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

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

เมื่อ  $P_1$  แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน

$P_2$  แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน

$Total$  แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

การหาค่าดัชนีประสิทธิภาพ (Effectiveness Index: E.I.) นั้นอาจหาได้จากสูตรเขียนใน รูปของร้อยละ ซึ่งผลการคำนวณจะได้เท่ากับผลการคำนวณจากคะแนนดิบ ดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิภาพ} = \frac{\text{ร้อยละผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \text{ร้อยละผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}{100 - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

$$E.I. = \frac{P_2\% - P_1\%}{100 - P_1\%}$$

เมื่อ  $P_1\%$  แทน ร้อยละของผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน

$P_2\%$  แทน ร้อยละของผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน

สรุปได้ว่าดัชนีประสิทธิภาพ หมายถึง ค่าที่แสดงความก้าวหน้าในเรียนรู้ของผู้เรียน วัดได้ จากความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน

## 2.2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 1. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538: 171) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งมักจะเป็น ข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and Pencil Test) กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง (Performance Test)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2544: 64) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมืออย่างหนึ่งออกแบบไว้สำหรับวัดความรู้ หรือทักษะที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในช่วงเวลาหนึ่ง

บุญชม ศรีสะอาด (2545: 53) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement



Test) หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

อาจจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Non Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดีเป็นหัวใจสำคัญของแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบนั้น

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548 : 95 - 96) สรุปความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุความสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

อรนุช ศรีสะอาด, สมบัติ ท้ายเรือคำ และทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน (2549: 38) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึงแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้มาแล้วอาจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างและแบบทดสอบมาตรฐาน ส่วนแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นมีดังนี้

1. แบบทดสอบแบบอัตนัย (Subjective or Essay Test)
2. แบบทดสอบแบบถูกผิด (True - False Test)
3. แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test)
4. แบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test)
5. แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test)
6. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของผู้เรียนทั้งด้านความรู้และทักษะจากการเรียนรู้ที่เรียนมาแล้วเพื่อให้ทราบผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

สมนึก ภัททิยธนี (2549: 67-71) กล่าวถึงลักษณะแบบทดสอบที่คุณภาพควรมีลักษณะที่ดี 10 ประการ ดังนี้



1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบ ที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของแบบทดสอบ ลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงโครงสร้าง ความเที่ยงตรงตามสภาพและความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์
2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการทดสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม
3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีความได้เปรียบ เสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้ โดยการเดา ไม่ให้นักเรียนที่ไม่สนใจในการเรียนทำข้อสอบได้ดี ผู้ที่ทำข้อสอบได้ควรเป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง และขยัน
4. ความลึกของคำถาม (Searching) ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องไม่ถามผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดดัดแปลงแก้ปัญหาจึงจะตอบข้อสอบได้
5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลินไม่เบื่อหน่าย
6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางการถามการตอบต้องชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียน
7. ความเป็นปรนัย (Objective) แบบทดสอบจะเป็นปรนัยจะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ
  - 7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายได้ถูกต้องและตรงกัน
  - 7.2 ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือหลายคนที่ตาม
  - 7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน
8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอประมาณใช้เวลาพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีตสามารถตรวจให้คะแนนได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงการมีสิ่งแวดล้อมในการสอนที่ดี
9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะ หรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง
10. ความยาก (Difficulty) หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อย



เพียงใดหรืออัตราส่วนของคนตอบถูกต้องกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ตามทฤษฎีการวัดแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ง่ายหรือว่ายากเกินไป หรือความยากง่าย พอเหมาะ ส่วนทฤษฎีการวัดแบบอิงเกณฑ์นั้น ความยากง่ายไม่ใช่สิ่งสำคัญ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบ นั้นได้วัดในจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

### 3. หลักการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 12) ได้กำหนดหลักการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การวัดผลประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่เร้าที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยอาจใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหาส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้ “นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างไร” “ใครมีวิธีการนอกเหนือไปจากนี้บ้าง” “นักเรียนคิดอย่างไรกับวิธีการที่เพื่อนเสนอ” การกระตุ้นด้วยคำถามที่เน้นการคิดจะทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองและระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ผู้สอนยังสามารถใช้คำตอบของผู้เรียนเป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ และพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อีกด้วย

2. การวัดผลประเมินผลต้องสอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ และจะต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรที่สถานศึกษาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้ผู้สอนจะต้องกำหนดวิธีการวัดผลประเมินผลเพื่อใช้ตรวจสอบว่าผู้เรียนได้บรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้และต้องแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละเรื่องให้ผู้เรียนทราบโดยทางตรงหรือทางอ้อม เพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงตนเอง

3. การวัดผลประเมินผลต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามสาระการเรียนรู้ที่จัดไว้ในหลักสูตรของสถานศึกษา โดยเน้นการเรียนรู้ด้วยการทำงานหรือทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดสมรรถภาพทั้ง 3 ด้าน งานหรือกิจกรรมดังกล่าวควรมีลักษณะดังนี้

- 3.1 สาระในงานหรือกิจกรรมต้องใช้ในการเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่อง
- 3.2 ทางเลือกในการดำเนินงานหรือการแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธี
- 3.3 เจื่อนไขหรือสถานการณ์ของปัญหาที่เป็นปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความสามารถตามศักยภาพของตน
- 3.4 งานหรือกิจกรรมต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การพูด การเขียน การวาดรูป
- 3.5 งานหรือกิจกรรมควรมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงเพื่อ



ช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

4. การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องช่วยให้ได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมอย่างหลากหลาย เช่น การมอบหมายงานให้ทำเป็นการบ้าน การเขียนแบบบันทึกทางคณิตศาสตร์ การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การจัดทำแฟ้มสะสมงาน การทำโครงการ รวมทั้งการให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง และนำผลที่ได้ไปตรวจสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามที่กำหนดไว้ เพื่อช่วยให้ผู้สอนได้มีข้อสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนอย่างครบถ้วน การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสนเทศดังกล่าวสามารถทำได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

4.1 การประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียน มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถและค้นหาลักษณะเด่นหรือจุดด้อยของผู้เรียน ด้วยการสังเกต การสอบปากเปล่า หรือการใช้แบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัย ทั้งนี้คำถามหรืองานที่มอบหมายควรมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาสาระที่เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ และครอบคลุมทักษะกระบวนการหรือความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้วย

4.2 การประเมินเพื่อให้ได้ข้อมูลป้อนกลับ มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบผู้เรียนถึงการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยเน้นการวัดผลการประเมินผลตามสภาพจริงที่ครอบคลุมที่การทดสอบ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน การทำโครงการ การแก้ปัญหา การอภิปรายในชั้นเรียนหรือการทำภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

4.3 การประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียน มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ความรู้และความสามารถของผู้เรียนในรายวิชานั้น วิธีการประเมินควรพิจารณาจากการปฏิบัติงาน และการทดสอบที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชาหรือมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เครื่องมือวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมินตามจุดประสงค์หนึ่งอาจไม่สามารถนำมาใช้กับอีกจุดประสงค์หนึ่งได้ เช่น แบบทดสอบเพื่อการแข่งขันหรือเพื่อการคัดเลือกที่มีความยากง่ายและมีจำนวนข้อคำถามเหมาะสมกับผู้เรียนบางกลุ่ม อาจจะไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับผู้เรียนทุกคน และไม่ควรรนำผลการคัดเลือกจากการแข่งขันมาใช้ในการตัดสินผลการเรียนรู้

5. การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้หรืออรรถในการปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ จึงต้องวัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอและนำผลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งจะแบ่งการประเมินผลเป็น 3 ระยะ ดังนี้

5.1 การวัดผลประเมินผลก่อนเรียน เป็นการประเมินผลที่กำหนดไว้ก่อนเริ่มต้นการสอนแต่ละหน่วยหรือแต่ละบทตามจุดมุ่งหมายการสอน

5.2 การวัดผลประเมินผลระหว่างเรียน หรือการวัดผลประเมินผลเพื่อ



ปรับปรุงการเรียนการสอน เป็นการวัดผลประเมินผลความรู้ความสามารถของผู้เรียนตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ที่กำหนดไว้สำหรับการเรียนรู้แต่ละบทหรือแต่ละหน่วย

5.3 การวัดผลประเมินผลหลังเรียน เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้สรุปผลการเรียนรู้ หรือเป็นการวัดผลประเมินผลแบบสรุปรวบยอดหลังจากจบหน่วยการเรียนรู้/ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา ทั้งนี้การเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิเคราะห์จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์เป็นร้อยละ 70 นั้นใช้สถิติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2547: 15) ดังนี้

- คะแนนร้อยละ 80 – 100 หมายถึง ได้ระดับผลการเรียน ดีเยี่ยม
- คะแนนร้อยละ 75 – 79 หมายถึง ได้ระดับผลการเรียน ดีมาก
- คะแนนร้อยละ 70 – 74 หมายถึง ได้ระดับผลการเรียน ดี
- คะแนนร้อยละ 65 – 69 หมายถึง ได้ระดับผลการเรียน ค่อนข้างดี
- คะแนนร้อยละ 60 – 64 หมายถึง ได้ระดับผลการเรียน น่าพอใจ
- คะแนนร้อยละ 55 – 59 หมายถึง ได้ระดับผลการเรียน พอใช้
- คะแนนร้อยละ 50 – 54 หมายถึง ได้ระดับผลการเรียน ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
- คะแนนร้อยละ 0 – 49 หมายถึง ได้ระดับผลการเรียน ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

## 2.3 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาและนักคณิตศาสตร์ ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้มากมาย ซึ่งมีส่วนที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้

ปรีชา เนาว์เย็น (2537: 29) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ หรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้หรืออุปกรณ์หลายๆอย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกบุคคลหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

สมวงษ์ แผลงประสพโชค และคณะ (2543: 5) ได้กล่าวถึงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเหตุผลหลักของการศึกษาคณิตศาสตร์ก็เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่พบ นักเรียนต้องสามารถประยุกต์รูปแบบการคิดอย่างสมเหตุสมผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง สามารถ



อธิบายข้อมูลและสรุปจากข้อมูลที่ปรากฏ ในชีวิตจริงนักเรียนต้องพบปัญหาหลากหลายรูปแบบ ปัญหาข้อความหรือปัญหาเรื่องราวเป็นเพียงรูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหา

พรชัย จันทะคุณ (2546: 15) กล่าวไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวกับปริมาณ การพิสูจน์และปัญหาที่ใช้ในชีวิตประจำวันที่บุคคลหรือกลุ่มบุคคลได้พบและต้องการหาคำตอบ ซึ่งยังไม่รู้วิธีการจะได้คำตอบของปัญหาในทันที ต้องใช้ความรู้และวิธีการต่างๆที่มีอยู่มาผสมผสานเป็นแนวทางใหม่ในการหาคำตอบของปัญหาจากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่ต้องการวิธีแก้ไขหรือหาคำตอบ ซึ่งผู้ตอบจะทำได้ดีต้องมีวิธีการที่เหมาะสมใช้ความรู้ ประสบการณ์และการตัดสินใจเป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหา

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 52) ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ สรุปได้ดังนี้ การแก้ปัญหามีหมายถึง วิธีการหาผลลัพธ์ที่ไม่รู้ ซึ่งในการหาผลลัพธ์นักเรียนต้องเขียนสิ่งที่เขารู้ และใช้กระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้พัฒนาความเข้าใจใหม่ๆทางคณิตศาสตร์ อยู่เสมอการแก้ปัญหาไม่ใช่เป็นเพียงเป้าหมายของการเรียนคณิตศาสตร์ แต่หลักที่สำคัญคือ การได้ลงมือปฏิบัติ นักเรียนควรมีโอกาสที่จะได้คิดหาวิธีได้จับต้องสื่อ แก้ปัญหาที่ซับซ้อน และครูควรจะให้กำลังใจเพื่อสะท้อนต่อการคิดของนักเรียน และในการจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหาดังที่ได้ระบุความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัว of นักเรียนตั้งแต่อนุบาลถึงเกรด 12 ดังนี้

1. สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ในการแก้ปัญหา
2. สามารถแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์และเนื้อหาอื่นๆ
3. สามารถนำ และประยุกต์ใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม
4. สามารถสะท้อนให้เห็นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ดอสเซย์ และคณะ (Dossey et al, 2002: 72) .ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาคือ กระบวนการหาคำตอบให้คำถามหรือการจัดการกับสถานการณ์ต่าง ๆ ปัญหาที่ยากและน่าเบื่อสำหรับบางคนอาจเป็นปัญหาธรรมดา สำหรับอีกคนหนึ่งกระบวนการแก้ปัญหาจึงต้องใช้การสร้างองค์ความรู้ตามวิถีทางใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากเดิม ใช้หลักในการวางแผนหรือยุทธวิธีที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ และเป็นไปได้มาซึ่งความรู้ใหม่จากสถานการณ์นั้น ๆ กระบวนการนี้อาจยุ่งยากซับซ้อนเมื่อมีการขยายไปสร้างการเชื่อมโยงซึ่งนักเรียนจะได้ประสบการณ์จากกระบวนการนี้และสามารถพัฒนายุทธวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2546: 79) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการหรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการตัดสินใจ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้



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

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 7) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบโดยไม่รู้วิธีหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยกระบวนการแก้ปัญหา ความสามารถทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้การสร้างองค์ความรู้ตามวิถีทางใหม่ ๆ วิธีการต่าง ๆ ใช้หลักในการวางแผนหรือยุทธวิธีที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ เพื่อได้มาซึ่งคำตอบและความรู้จากสถานการณ์นั้น ๆ

ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

ได้มีผู้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

โพลยา (Polya, 1985) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผล ว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้และสรุปผลหรือสิ่งที่ต้องการพิสูจน์ เรย์และคนอื่น ๆ (Reys and others. 1992) แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ได้ 2 ประเภทคือ

2.1 ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาแปลกใหม่ (Nowroutine Problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน





ในการแก้ปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา

แฮทฟิลด์และคณะ (Hatfield et al, 1993) แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปลายเปิด (Open - ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่สำคัญมากกว่าคำตอบ
2. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นสุดท้ายของการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีวิธีแก้ได้หลากหลายวิธี
3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided Discovery) เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะ (Cluess) และคำชี้แจงในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนอาจไม่ต้องค้นหา หรือไม่ต้องกังวลในการหาคำตอบ

บาร์ดดี (Baroody, 1993) แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) หรือปัญหาอย่างง่ายหรือปัญหาขั้นเดียว เป็นปัญหาที่ใช้การกระทำทางคณิตศาสตร์อย่างเดียวและสามารถแก้ได้อย่างตรงไปตรงมา
2. ปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine Problems) แบ่งออกเป็น 7 ลักษณะ ได้แก่
  - 2.1 ปัญหาซับซ้อนหรือปัญหาหลายชั้น (Complex Translation Problem) เป็นปัญหาที่แก้ไขโดยใช้การกระทำทางคณิตศาสตร์ สองการกระทำหรือมากกว่านั้นที่แตกต่างกัน
  - 2.2 ปัญหาที่แก้ไขสิ่งอื่นของปัญหา (Other Modifications of Translation Problem) นอกจากจะรวมการแก้ปัญหาหลายชั้นและชั้นเดียวแล้ว ปัญหานี้ยังต้องการวิเคราะห์ทางความคิด เช่น ปัญหาที่ต้องการหาค่าประกอบที่ผิดหรือสิ่งที่ผิดของโจทย์ปัญหาที่มีมากกว่าหนึ่งคำตอบ
  - 2.3 ปัญหาที่ให้แสดงถึงวิธีปฏิบัติ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ขยายจากสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน
  - 2.4 ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาเกี่ยวกับกลอุบาย ปัญหาลักษณะนี้ทำให้เกิดความสนุกสนานและท้าทายในการทำงาน
  - 2.5 ปัญหาเฉพาะไม่ระบุจุดหมาย (Nongoal-specific Problem) เป็นปัญหาชนิดพิเศษของปัญหาแปลกใหม่ เป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งไม่ต้องการหาคำตอบหรือเงื่อนไขของคำตอบ ปัญหานี้สนับสนุนให้นักเรียนรู้จักพิจารณาส่วนของคำถามซึ่งครูไม่ควรหาคำตอบไว้ก่อน
  - 2.6 ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ขยายจากสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน
  - 2.7 ปัญหาที่แก้โดยกลยุทธ์ (Strategy Problem) เป็นปัญหาที่กำหนดจุดมุ่งหมายที่นักเรียนจะต้องแก้ ระบุถึงกลยุทธ์ที่นักเรียนใช้แก้ปัญหา คือ นักเรียนแก้ปัญหาเหล่านี้อย่างไร



### 2.3.3 ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีและน่าสนใจ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีและน่าสนใจ ดังนี้

เฟห์ (Fehr, 1972) กล่าวว่า เทคนิคที่ช่วยในการทำให้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ คือ การให้นักเรียนได้ช่วยกันสร้างปัญหาขึ้นมาเอง

คูริคและเรย์ (Kulik and Reys, 1980) ได้กล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีและน่าสนใจควรเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่ค่อยพบในห้องเรียน ซึ่งการสร้างปัญหาควรคำนึงถึงความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของผู้แก้ปัญหา กลวิธีที่ต้องการใช้ในการแก้ปัญหา และความสามารถในการใช้ภาษาของผู้แก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2536: 45) กล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีและน่าสนใจ ควรเป็นดังนี้

1. ภาษาที่ใช้สามารถเข้าใจง่ายไม่สั้นและไม่ยาวเกินไป
2. ช่วยกระตุ้นพัฒนาความคิด
3. ไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับความสามารถของเด็กนักเรียนวัยนั้นๆ
4. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้
5. ข้อมูลที่มีอยู่ต้องทันสมัย
6. สามารถใช้การวาดแผนภาพ ไดอะแกรมหรือแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหา
7. ในการแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยประสบการณ์และความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว
8. ก่อให้เกิดการวิเคราะห์และแยกแยะปัญหาซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญในทาง

ความคิด

9. คำตอบที่ได้ควรเป็นคำตอบที่มีเหตุผล ไม่ใช่คำตอบที่ได้จากการจำ

องค์ประกอบที่ส่งเสริมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่ต้องอาศัยความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์มาช่วยแก้ปัญหา ซึ่งมีนักการศึกษากล่าวไว้ดังนี้

แฮเมอร์และทรูบลูด (Heimer and Trueblood, 1977) กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญบางประการที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับภาษาหรือคำพูด สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ
2. ความสามารถในการคำนวณ
3. ความสามารถในการรวบรวมความรู้รอบตัว
4. ความสามารถในการรับรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้มา
5. ความสามารถในการให้เหตุผลสำหรับคำตอบที่ตั้งจุดมุ่งหมายไว้



6. ความสามารถในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป
8. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ชาร์ลและเลสเตอร์ (Charles and Lester, 1987) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหา 3 ด้าน คือ

1. ด้านประสบการณ์ ทั้งที่เป็นสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ในตัวผู้แก้ปัญหา
2. ด้านความรู้สึก เช่น ความสนใจ ความอดทน ความพากเพียร การกระตุ้นความกดดัน ความวิตกกังวลและอื่น ๆ
3. ด้านสติปัญญาและความคิด เช่น ความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการวิเคราะห์และอื่น ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 2 ด้าน คือ องค์ประกอบที่เกี่ยวกับตัวผู้แก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวกับความรู้ ความคิดและประสบการณ์ ระดับสติปัญญา ความสามารถการรับรู้และการสังเคราะห์ความคิด ทักษะและความรู้พื้นฐานต่าง ๆ เจตคติต่อการแก้ปัญหา ส่วนองค์ประกอบอีกด้าน คือ สภาพแวดล้อม เช่น บรรยากาศที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สถานการณ์ปัญหาที่นำมาเป็นสื่อในการพัฒนา วิธีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เวลาในการพัฒนาอย่างเพียงพอ

#### กระบวนการและขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

การมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ดีและกระบวนการแก้ปัญหามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคณิตศาสตร์ เพราะคำตอบของปัญหาที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคณิตศาสตร์ เพราะคำตอบของปัญหาที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาก็จะทำให้เกิดข้อค้นพบใหม่ และเป็นวิธีการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาอื่นๆได้มีนักการศึกษาได้กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้หลากหลาย ดังต่อไปนี้

คลัสเมียและไรเฟิล (Klausmier and Riple, 1971) เสนอกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ตระหนักถึงปัญหา
2. พิจารณาถึงความต้องการของโจทย์ วิธีการต่างๆ การแก้ปัญหา มิติของปัญหา
3. การระลึกถึงความรู้ข้อมูลที่มีอยู่และวิธีการในการแก้ปัญหา
4. ประยุกต์หลักและวิธีการที่ตัวเองรู้
5. พิจารณาความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาหลายวิธีและคาดคะเนแต่ละวิธี
6. ประเมินคุณภาพของวิธีที่ยอมรับมาใช้
7. นำวิธีที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา



โพลยา (Polya, 1973) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจในปัญหา (Understanding the Problem) ต้องมองปัญหาให้ชัดว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการ อะไรคือสิ่งที่เราคาดหวังว่าจะพบและเรามีข้อมูลอะไรอยู่บ้างแล้ว การเขียนภาพอาจอาจจะช่วยเราเข้าใจปัญหานั้นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะต้องอ่านโจทย์ออก ตีโจทย์แตกและจะต้องมีความคิดรวบยอด (Concept)

2. วางแผน (Devising a Plan) เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหад้วยวิธีใด จะแก้อย่างไร ปัญหาที่กำหนดให้มีความสำคัญกับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อนหรือไม่ ขึ้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาคิดพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นผู้แก้ปัญหามีอยู่กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหและเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญห

3. ดำเนินการตามแผน (Carrying Out the Plan and Solve the Problem) เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนเพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีแก้ปัญหใหม่

4. ตรวจสอบ (Looking Back) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปทีขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญห พิจารณาคำตอบหรือมีวิธีแก้ปัญหาย่างอื่นหรือไม่ พิจารณาปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหให้กะทัดรัดชัดเจนเหมาะสมขึ้นกว่าเดิม ขั้นตอนนี้ครอบคลุมถึงการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากวิธีการแก้ปัญหที่ผ่านมา ขยายแนวคิดในการแก้ปัญหให้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 12) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา
2. วางแผนแก้ปัญหา
3. ดำเนินการแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการกระบวนการแก้ปัญหาและขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาและนักคณิตศาสตร์อาจกล่าวได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ใช้กระบวนการคิด ความเข้าใจ ประสบการณ์ในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ แสดงขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น



## 2.4 ความพึงพอใจ

### 2.4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

กฤษณา ชาญวิชานนท์ (2550: 44) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สิ่งที่แสดงออกทางความรู้สึกเป็นสุขเมื่อได้ปฏิบัติในสิ่งที่ชอบ และอยากที่จะทำสิ่งนั้นอีก

มนูญ ประจิดทร์ (2551: 42) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือความรู้สึกจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับสิ่งที่ต้องการหรือสิ่งที่คาดหวังว่าเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่มากนักน้อยเพียงใด

ดุลยวิทย์ ภูมิมา (2551: 33) กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึงความรู้สึกชอบ ดีใจ พอใจ มีความรู้สึกดีและมีความสุขที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ

วิฑูรย์ วงษ์อำมาตย์ (2552: 21) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก เจตคติหรือปฏิกริยาทางอารมณ์ที่ดีที่มีต่อการปฏิบัติงานหรือการทำการกิจกรรมที่ได้รับความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งใจเอาไว้

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ พอใจ สนุก มีความสุขหรือเจตคติของบุคคลเกิดความสบายใจ เป็นสุข เป็นผลดีต่อการปฏิบัติงานที่สืบเนื่องมาจากทัศนคติด้านต่างๆที่มีต่อการปฏิบัติงาน

### 2.4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

การกระทำกิจกรรมหรือปฏิบัติงานใด ๆ ผู้กระทำกิจกรรมหรือปฏิบัติงานจะเกิดความพึงพอใจนั้น ขึ้นอยู่กับกิจกรรมหรืองานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ มีนักวิชาการได้เสนอแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจไว้ดังนี้

กฤษณา ชาญวิชานนท์ (2550: 45 อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2545: 44-45) กล่าวว่า Maslow ได้ตั้งสมมุติฐานของทฤษฎีความต้องการเพื่อให้เกิดความพึงพอใจไว้ 3 ประการคือ

1. ความพึงพอใจทางด้านจิตวิทยา (Psychological hedonism) เป็นความพึงพอใจที่ว่ามนุษย์โดยธรรมชาติแล้วต้องแสวงหาความสุขส่วนตัว หรือหลีกเลี่ยงจากความทุกข์ใด ๆ

2. ความพึงพอใจเกี่ยวกับตนเอง (Egoistic hedonism) เป็นทรศณะของความพึงพอใจว่า มนุษย์จะพยายามแสวงหาความสุขส่วนตัว แต่ไม่จำเป็นว่าการแสวงหาความสุขจะต้องเป็นธรรมชาติของมนุษย์เสมอไป

3. ความพึงพอใจเกี่ยวกับจริยธรรม (Ethical hedonism) ทรศณะนี้ถือว่ามนุษย์แสวงหาความสุขเพื่อหาผลประโยชน์ของมวลมนุษย์ หรือสังคมที่ตนเป็นสมาชิกอยู่ และจะเป็นผู้ที่ได้รับผลประโยชน์นี้ผู้หนึ่งด้วย



วิฑูรย์ วงอมาตย์ (2552: 22 อ้างถึงใน Krech et al, 1962: 77) กล่าวว่า เมื่อบุคคลแต่ละคนเกิดความต้องการก็จะกำหนดเป้าหมายอย่างหลากหลาย เพื่อให้เกิดความพึงพอใจโดยที่ความต้องการของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

1. วัฒนธรรมและค่านิยม (Cultural norms and values)
2. ความสามารถทางด้านร่างกาย (Biological capacity)
3. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล (Personal experience)
4. สภาพแวดล้อมทางกายภาพและสังคม (Physical and social environment)

สุรารค์ ไคว้ตระกูล (2548: 169) กล่าวว่า ความพึงพอใจมีรากฐานมาจากแรงจูงใจ ดังนี้ การจูงใจ คือ การที่มีสิ่งกระตุ้นมาทำให้เรามีความพยายามในการทำงานให้บรรลุตามเป้าหมายที่เราได้วางไว้ การจูงใจเป็นสิ่งที่ทำให้คนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งองค์ประกอบของกระบวนการจูงใจ “สิ่งจูงใจ” เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่เป็นการจูงใจให้คนทำงานมากขึ้น

ทฤษฎีที่สร้างความพึงพอใจมีหลายทฤษฎี ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับและน่าสนใจคือ ทฤษฎีลำดับขั้นของมาสโลว์ โดยตั้งทฤษฎีทั่วไปเกี่ยวกับแรงจูงใจ (Maslow's General Theory) ซึ่งเป็นที่รู้จักและยอมรับอย่างแพร่หลาย โดนทฤษฎีมีข้อสมมุติฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ 3 ประการ ดังนี้ (สุทธาภรณ์ ต้นสีนนท์, 2554: 66)

1. ทุกคนมีความต้องการและความต้องการนี้มอยู่ตลอดเวลา
2. ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่ใช่สิ่งจูงใจของพฤติกรรม
3. ความต้องการของคนจะมีจากระดับต่ำไปหาสูง

จากแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจเป็นสิ่งที่นำไปปฏิบัติเพื่อให้เกิดความพึงพอใจในด้านจิตวิทยา ความสามารถของตนเอง และด้านจริยธรรม ในด้านการจัดการเรียนการสอน สำคัญมากที่จะต้องคำนึงถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บรรยากาศในชั้นเรียน สื่อการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผล ที่ตอบสนองความพึงพอใจของผู้เรียนให้มีความสนใจในการทำกิจกรรมจนบรรลุวัตถุประสงค์ตามต้องการ

#### 2.4.3 แบบวัดความพึงพอใจ

ในหน่วยงานต่าง ๆ ได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับความพึงพอใจมาก นักจิตวิทยาได้สร้างแบบวัดความพึงพอใจตามนิยามศัพท์เฉพาะและตามจุดมุ่งหมายของการวัดการวัดความพึงพอใจอาจทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้ (สาโรช ไสสมบัติ, 2534: 39)

1. การใช้แบบสอบถาม เป็นการขอความร่วมมือจากกลุ่มบุคคลที่ต้องการวัดแสดงความคิดเห็นลงในแบบฟอร์มที่กำหนดคำตอบไว้ให้เลือกตอบหรือเป็นคำตอบอิสระ
2. การสังเกต เป็นการสังเกตความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการ โดยสังเกต กิริยาท่าทางการพูดสีหน้าและความถี่ของการมาขอรับบริการ
3. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีที่ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่



จะช่วยให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถามให้ตรงข้อเท็จจริง

4. มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) เป็นมาตราวัดชนิดหนึ่งที่ใช้สร้างเป็นเครื่องมือประเภทแบบสอบถาม วัดความพึงพอใจ เจตคติ แรงจูงใจ มีระดับให้ผู้ตอบเลือกตามความคิดเห็น 3 ระดับขึ้นไป สามารถแปลงผลการตอบเป็นคะแนนได้

พิชิต ฤทธิจรูญ (2550: 66–69) ได้อธิบายความหมายของเครื่องมือพฤติกรรมแบบมาตราส่วนประมาณค่า ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดคุณลักษณะนิสัยหรือลักษณะจิตวิทยา เช่น ความคิดเห็น ค่านิยม ความสนใจ การปรับตัว เป็นต้น รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าหากกำหนดความรู้สึก ความคิดเห็น เจตคติ หรือพฤติกรรม ในเชิงสนับสนุนข้อความนั้น กำหนดคำตอบเป็น 5 ระดับ เป็นการประมาณค่าของลิเคิร์ท หากกำหนดค่าคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงกันข้ามโดยมีคำหรือตัวเลขแสดงระดับพฤติกรรมตั้งแต่ต่ำสุดไปจนถึงสูงสุด เป็นการประมาณค่าของออสกูดหรือวิธีหาความแตกต่างของความหมาย

การสร้างมาตราส่วนประมาณค่า มีแนวปฏิบัติดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการวัดหรือตรวจสอบ
2. กำหนดพฤติกรรมที่จะบ่งชี้ หรือแสดงคุณลักษณะสิ่งที่ต้องการวัด
3. เลือกรูปของแบบมาตราส่วนประมาณค่า
4. เขียนข้อความที่แสดงพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัด
5. ตรวจสอบข้อความที่เขียนไว้ ความซ้ำซ้อน และการจัดเรียงชัดเจนหรือไม่
6. นำไปทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข

จากการศึกษาการวัดความพึงพอใจสามารถวัดได้หลายวิธีตามความสะดวกและเหมาะสมต่อเป้าหมายที่ต้องการวัด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามวัดความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุดตามลำดับเพื่อวัดความรู้สึกชอบ สนุก พอใจ มีความสุขของนักเรียนที่มีต่อการเรียนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผล

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

นงลักษณ์ ศรีบัวบาน (2550: 147-152) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กระบวนการกลุ่มแบบ TGT และ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สถิติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มแบบ TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิด



วิเคราะห์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นัยนา บุญสมร (2550: 95-100) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรมจีเอสพี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียน ที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มี คะแนนจากแบบทดสอบด้วยรูปแบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ และจากแบบทดสอบด้วยรูปแบบหมุน ภาพ ไม่แตกต่างกันแต่นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรมจีเอสพี (The Geometer's Sketchpad: GSP) คะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จากแบบทดสอบด้วยรูปแบบซ้อนภาพสูงกว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และมีเจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์ ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เรณูวัฒน์ พงษ์อุทธา (2550: 91-96) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรม จีเอสพี เป็นสื่อกับการจัด กิจกรรมตามปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เป็นสื่อ มีเจตคติต่อ การเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา และความสามารถในการ วิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิมล อยู่พิพัฒน์ (2551: 69-75) ได้ศึกษา บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (Geometer's Sketchpad) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการศึกษาพบว่า การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนกับหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียน ปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนไทรโยคพัฒนศึกษา จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คนได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ดำเนินการสอนโดยใช้บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นทักษะการ เชื่อมโยง เรื่อง การวัด โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองใช้เวลาทั้งสิ้น 11 ชั่วโมง แบบแผนการ ทดลองครั้งนี้เป็นแบบ (One-Group Pretest Posttest Design) และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบ ค่าสถิติ t-test dependent ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นทักษะ การเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01





อรุณี ศรีวงษ์ชัย (2551: 133) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผล และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะและ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.93/76.12 ตามลำดับซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5670 และ .05557 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 57.70 และ 55.57 ตามลำดับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนมากกว่า กลุ่มการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผ่องเพ็ญ ดัดตนรัมย์ (2555: 98) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยโปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยจีเอสพีมีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 80.29/80.20 และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติมี ประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 76.50/76.86 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าดัชนีประสิทธิผลแผนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยจีเอสพีเท่ากับ 0.7356 และ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ.0.6828 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 73.56 และ 68.28 ตามลำดับ นักเรียนที่เรียนด้วยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยจีเอสพี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความคงทนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศศิกันต์ พงษ์พัฒน์ (2555: 77) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้ โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีมีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 79.86/77.81 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าดัชนีประสิทธิผลแผนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเท่ากับ 0.6816 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการ เรียนร้อยละ 68.16 สรุปผลการวิจัยนักเรียนที่เรียนด้วยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้ โปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุธีรา แก้วบุญเรือง (2555 : 110) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้นการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP กับการสอนปกติ พบว่านักเรียนที่เรียน



ด้วยการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยูพิน พลเรือง (2557: 98) ได้ทำการวิจัยพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงผลการวิจัยพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 84.74/83.58 และ 81.20/79.11 ตามลำดับ ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องภาคตัดกรวย มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7476 คิดเป็นร้อยละ 74.76 และ 0.6903 คิดเป็นร้อยละ 69.03 ตามลำดับ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### 2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Laswson และ Chinnappan (2000: 26-43) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์กับการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนและศึกษาต่อไปถึงตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหาและการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์กับนักเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จุดมุ่งหมายในการศึกษา คือ เพื่อให้ข้อมูลกับครูผู้สอนในการหาวิธีสอนที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ที่มีคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ขึ้นเองได้มากกว่าและสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ครูจัดตามแผนการสอนมาสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ และตัวชี้วัดความสามารถด้านการเชื่อมโยงมีผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาสูงกว่าตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหา

July (2001: 2060-A) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (The Geometer's Sketchpad : GSP) ที่มีต่อมโนทัศน์ทางเรขาคณิตในการสร้างรูป และวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กระตุ้นให้นักเรียนสำรวจ อภิปราย และสร้างรูปด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับนักเรียนกลุ่มต่ำ



Billings (2002: 840) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบสืบเสาะกับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา เป็นระยะเวลา 5 ปี กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 28 คน การเก็บข้อมูลใช้การสังเกต แบบทดสอบและแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้มีความสนใจในเนื้อหาวิชาเพิ่มขึ้นร้อยละ 56 ขึ้นไป นักเรียนร้อยละ 75 มีความสนุกสนานกับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ร้อยละ 66 ชอบการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้เป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพที่ส่งเสริมการเรียนรู้ และทำให้นักเรียนมีความสนใจและความพึงพอใจการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Harper (2003: 2909-2916) ได้ศึกษาความรู้ของนิสิตฝึกสอนในระดับประถมศึกษาในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ศึกษาปฏิบัติการที่นิสิตฝึกสอนแสดงออกขณะใช้โปรแกรมเรขาคณิตพลวัต และศึกษาความรู้ของนิสิตฝึกสอนที่เปลี่ยนแปลงในขณะเรียนหรือภายหลังการเรียนการสอนด้วยการใช้โปรแกรมเรขาคณิตพลวัต กลุ่มทดลองคือนิสิตฝึกสอนหญิงระดับประถมศึกษาจำนวน 4 คนที่ลงทะเบียนในชั้นปี 4 นิสิตแต่ละคนจะได้รับการสัมภาษณ์ จากนั้นได้รับการสอนด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือ GSP ทั้งหมด 3 ช่วง แต่ละช่วงใช้เวลาประมาณหนึ่งชั่วโมง โดยการบันทึกเทปและวิดีโอระหว่างการสัมภาษณ์นิสิตฝึกสอน จนสร้างงานการแปลงเรขาคณิตเสร็จสิ้น ผลการวิจัยปรากฏว่านิสิตฝึกสอนสามารถสร้างภาพสะท้อนและเส้นตรงของการสะท้อนบนพื้นฐานของสมบัติของการสะท้อน นิสิตฝึกสอนมีความรู้มากขึ้นจากการใช้เวกเตอร์เพื่อเสนอทิศทางของการแปลงและขนาด สามารถระบุจุดศูนย์กลางและมุมของการหมุนหนึ่งครั้งเพื่อวางภาพที่มาจากภาพของภาพนั้นได้ โปรแกรม GSP ให้ผลสะท้อนกลับในการมองได้โดยทันทีซึ่งช่วยให้นิสิตฝึกสอนตั้งข้อความคาดการณ์ ทดสอบและตรวจสอบคำตอบได้

Gaeddert.(2007: Website) ได้เปรียบเทียบผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และแบบปกติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากนั้นได้สำรวจความคิดเห็นจากผู้สอน นักเรียน และผู้ปกครองอีกครั้งพบว่าคอมพิวเตอร์ ช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

สรุปได้ว่า จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการค้นพบ สืบเสาะหาความรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย
- 3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
- 3.4 รูปแบบของการวิจัย
- 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 24 โดยโรงเรียนได้จัดชั้นเรียนกลุ่มนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับ เก่ง กลาง และ อ่อนคละกันไปตามผลสอบเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 15 ห้อง มีนักเรียนทั้งหมดจำนวน 584 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/14 จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม เป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 36 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียน กาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้หน่วยสุ่มเป็นห้องเรียน

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 12 แผน
2. แผนการจัดการเรียนรู้ปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 12 แผน
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ



4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ

5. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับจำนวน 15 ข้อ

### 3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการสร้าง และหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษาสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์

1.3 ศึกษาเอกสาร เทคนิค วิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.4 วิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

1.5 แบ่งเนื้อหาเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

ตอนที่ 1 เลขยกกำลัง

ตอนที่ 2 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

ตอนที่ 3 ฟังก์ชันลอการิทึม

1.6 นำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ความคิดรวบยอด และจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังแสดงในตาราง 3.1



ตาราง 3.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เนื้อหา	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
1. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	สมบัติของเลขยกกำลัง เป็นพื้นฐานนำไปใช้ในฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ด้วย	1. นักเรียนสามารถนำสมบัติของเลขยกกำลังไปใช้ได้	2
2. รากที่ $n$ ในระบบจำนวนจริงและจำนวนในรูปกรณฑ์	ให้ $x$ เป็นจำนวนจริงที่มีรากที่ $n$ จะกล่าวว่า จำนวนจริง $y$ เป็นค่าหลักของรากที่ $n$ ของ $x$ ก็ต่อเมื่อ 1. $y$ เป็นรากที่ $n$ ของ $x$ 2. $yx \geq 0$ แทนค่าหลักของรากที่ $n$ ของ $x$ ด้วย $\sqrt[n]{x}$	2. หาผลบวก ผลต่าง ผลคูณและผลหารเลขยกกำลังและรูปเครื่องหมายกรณฑ์ได้	2
3. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	1. เมื่อ $a$ เป็นจำนวนจริง $n$ เป็นจำนวนเต็มที่มีมากกว่า 1 และ $a$ มีรากที่ $n$ แล้ว $a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a}$ 2. ให้ $a$ เป็นจำนวนจริง $p, q$ เป็นจำนวนเต็มที่ $(p, q) = 1, q > 0$ และ $a^{\frac{1}{q}} \in \mathbb{R}^+$ โดยเมื่อ $p < 0$ แล้ว $a$ ต้องไม่เป็น 0 ได้ $a^{\frac{p}{q}} = (a^{\frac{1}{q}})^p$	3. หารูปอย่างง่ายของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะได้	2
4. การหารากที่สองของจำนวนที่อยู่ในรูป $x \pm 2\sqrt{y}$	ถ้า $a, b \in \mathbb{R}^+$ ซึ่ง $x = a + b$ และ $y = ab$ แล้ว 1. รากที่สองของ $x + 2\sqrt{y}$ คือ $\pm(\sqrt{a} + \sqrt{b})$ 2. รากที่สองของ $x - 2\sqrt{y}$ คือ $\pm(\sqrt{a} - \sqrt{b})$ 3. $\sqrt{x + 2\sqrt{y}} = \sqrt{a} + \sqrt{b}$ 4. $\sqrt{x - 2\sqrt{y}} = \sqrt{a} - \sqrt{b}$	4. หารากที่สองของจำนวนที่มีเครื่องหมายกรณฑ์ปรากฏอยู่ได้	1



ตาราง 3.1 (ต่อ)

เนื้อหา	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
5. สมการที่อยู่ในรูปเครื่องหมายกรณฑ์	การแก้สมการในรูปกรณฑ์สามารถทำได้ โดยการกำจัดเครื่องหมายกรณฑ์ โดยใช้การยกกำลังเพื่อให้เครื่องหมายกรณฑ์หายไป แต่คำตอบที่ได้จะต้องตรวจสอบเสมอ	5. แก้สมการที่อยู่ในรูปเครื่องหมายกรณฑ์ได้	2
ทดสอบหลังเรียนแผนที่ 1-5 จำนวน 10 ข้อ			
6. ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล คือ ฟังก์ชัน $f = \{(x,y) \in R \times R^+ / y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$	6. บอกความหมายของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล 7. เขียนกราฟและแปลความหมายของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้	3
7. สมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียล	สมการเอกซ์โพเนนเชียล คือสมการที่มีตัวแปรเป็นเลขชี้กำลัง ในการหาคำตอบของสมการเอกซ์โพเนนเชียล ทำได้โดย 1. ถ้าโจทย์มีสองพจน์ให้จัดแต่ละพจน์ไว้คนละข้างทำฐานของเลขยกกำลังให้เท่ากัน แล้วเทียบฐานเทียบเลขชี้กำลัง 2. ถ้าโจทย์มากกว่าสองพจน์ให้จัดข้างใดข้างหนึ่งของสมการให้เท่ากับศูนย์ แยกตัวประกอบ (factor) แล้วพิจารณาค่าของตัวแปร	8. แก้สมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลได้	2
ทดสอบหลังเรียนแผนที่ 6 – 7 จำนวน 10 ข้อ			
8. ฟังก์ชันลอการิทึม	ฟังก์ชันลอการิทึม คือ ฟังก์ชัน $f = \{(x,y) \in R^+ \times R / y = \log_a x; a > 0, a \neq 1\}$ หรือ $f = \{(x,y) \in R^+ \times R / x = a^y; a > 0, a \neq 1\}$ ซึ่งเป็นอินเวอร์สของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	9. เขียนจำนวนจริงในรูปเลขยกกำลังให้อยู่ในรูปลอการิทึมและสามารถนำสมบัติของลอการิทึมมาใช้ได้	2



ตาราง 3.1 (ต่อ)

เนื้อหา	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
9. ลอการิทึมสามัญ และลอการิทึม ธรรมชาติ	ลอการิทึมสามัญ คือ ลอการิทึมที่มีฐาน เป็น 10 ซึ่งไม่นิยมเขียนฐานกำกับ ลอการิทึมธรรมชาติ คือ $\log$ ที่มีฐาน $e$ โดยที่ $e$ เป็นสัญลักษณ์แทนจำนวน ตรรกยะจำนวนหนึ่ง ซึ่ง $e \approx 2.71828\dots$ ในการเขียนลอการิทึม ของ $x$ ฐาน $e$ จะใช้สัญลักษณ์ $\ln x$ แทน $\log_e x$	10.สามารถนำความรู้เกี่ยว กับลอการิทึมสามัญและ ลอการิทึมธรรมชาติไป ใช้ได้	2
10.การเปลี่ยนฐาน ของลอการิทึม ลอการิทึม	บางครั้งเรามีความจำเป็นต้องเปลี่ยน ฐานหนึ่งเป็นฐานหนึ่งเพื่อความสะดวก ในการหาค่าลอการิทึม ทำได้โดย $\log_b a = \frac{\log_c a}{\log_c b}$	11. นำสมบัติการเปลี่ยน ฐานลอการิทึมไป แก้ปัญหาได้	2
11. การแก้สมการ และอสมการ ลอการิทึม	การแก้สมการลอการิทึม คือ การหา ค่าตัวแปรที่ปะปนอยู่ในสมการ ลอการิทึมทำได้โดย 1.ถ้าสมการอยู่ในรูป $\log_a N = x$ ให้ เปลี่ยนเป็น $a^x = N$ 2.ถ้าสมการอยู่ในรูป $\log_a N = \log_a M$ ให้ปลด $\log$ ที่จะได้สมการใหม่ เป็น $N = M$ 3.สมการเอกซ์โพเนนเชียลที่ไม่สามารถ ทำฐานให้เท่ากันได้ ให้ใส่ $\log$ ทั้งสอง ข้างเพื่อหาค่า แล้วใช้สมบัติของลอการี ทึมหาค่าตัวแปร 4.ถ้าฐานต่างกันใช้กฎการเปลี่ยนฐาน ของลอการิทึม	12. สามารถแก้สมการและ อสมการลอการิทึมได้	2





ตาราง 3.1 (ต่อ)

เนื้อหา	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)
12. บทประยุกต์ ฟังก์ชันเอกซ์ โพเนนเชียล และฟังก์ชัน ลอการิทึมไปใช้ ในแก้ปัญหา	ความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกโพเนนเชียลและ ฟังก์ชันลอการิทึมนำไปประยุกต์ใช้ แก้ปัญหา การเพิ่มประชากร ปริมาณ สารกัมมันตภาพรังสี ความเข้มของเสียง ระดับความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย เป็นต้น	13. นำความรู้เรื่องการ ประยุกต์ฟังก์ชันเอกซ์ โพเนนเชียลและฟังก์ชัน ลอการิทึมไปใช้ แก้ปัญหา	2
รวม			24
ทดสอบก่อนเรียน			2
ทดสอบหลังเรียน			2

1.7 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งประกอบด้วย

- 1) สาระสำคัญ
- 2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3) สาระการเรียนรู้
- 4) กิจกรรมการเรียนรู้
- 5) สื่อการเรียนรู้
- 6) การวัดผลประเมินผล
- 7) บันทึกหลังสอน

1.8 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 แผน จำนวน 24 คาบ ไม่นับทดสอบย่อย ทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียน ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รากที่  $n$  ในระบบจำนวนจริงและจำนวนในรูป  
กรณฑ์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหารากที่สองของจำนวนที่อยู่ในรูป  $x \pm 2\sqrt{y}$



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สมการที่อยู่ในรูปเครื่องหมายกรณฑ์  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียล  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ฟังก์ชันลอการิทึม  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ลอการิทึมสามัญและลอการิทึมธรรมชาติ  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง การเปลี่ยนฐานของลอการิทึมลอการิทึม  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง การแก้สมการและอสมการลอการิทึม  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง บทประยุกต์ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชัน  
 ลอการิทึมไปใช้แก้ปัญหา

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ในด้านจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผล

1.10 สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อให้ตรวจสอบ และประเมินคุณภาพด้านความถูกต้อง ให้ข้อเสนอแนะในด้านสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล ซึ่งผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ขวลิต เอี่ยมเจริญ ตำแหน่ง อาจารย์พิเศษภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างสื่อโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. นางยุพิน พลเรือง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 (วุฒิปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา) เป็นผู้เชี่ยวชาญแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และการสร้างสื่อโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

4. นางพัฒนาพร เขจรนิตย์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 กลุ่มสาระการเรียนรู้



คณิตศาสตร์ (ประสบการณ์ ร่วมจัดทำและปรับปรุงหลักสูตร สสวท. เป็นครูพี่เลี้ยงโครงการครูผู้นำการเปลี่ยนแปลงและเป็นครูพี่เลี้ยงนักศึกษาระดับปริญญาโท ทุน สควค. (Premium) เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร เนื้อหาและด้านวัดผลประเมินผล

5. นางจุฑาภรณ์ วิเชียรภักดี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (วุฒิปริญญาโท สาขาจิตวิทยาการศึกษา ประสบการณ์เป็นครูผู้นำการเปลี่ยนแปลงรับทุนศึกษาดูงานประเทศญี่ปุ่น) เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ และด้านความพึงพอใจ

1.12 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมาหาค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ระดับคุณภาพ มาวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยรายแผน เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่าตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) กำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
4.51–5.00	มากที่สุด
3.51–4.50	มาก
2.51–3.50	ปานกลาง
1.51–2.50	น้อย
1.00–1.50	น้อยที่สุด

ซึ่งเกณฑ์การยอมรับตั้งแต่ 3.51 - 5.00 มีการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับกิจกรรมการเรียนรู้ ให้เหมาะสมกับเวลาที่สอน เพราะอาจจะทำให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมไม่ทันตามกำหนดเวลา ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

1.13 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ปรับแก้แล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/13 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 24 จำนวน 36 คน เพื่อหาประสิทธิภาพและแนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้ดีขึ้น

1.14 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้ไปทดลองและปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม

1.15 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้ว นำไปสอนจริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป



2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบแบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 ศึกษาสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดคำอธิบายรายวิชา และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์

2.3 วิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม นำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ความคิดรวบยอด และจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังแสดงในตาราง 3.1

2.3 ศึกษาคู่มือครู แนวคิด ทฤษฎี ตามแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปกติโดยใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติดังนี้

1) ขั้นนำ คือครูทบทวนความรู้เดิมและสนทนาโดยการสร้างคำถามให้นักเรียนสงสัย

2) ขั้นสอน คือ ครูเสนอกิจกรรมการเรียนรู้ และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

3) ขั้นสรุป คือ ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รวบรวมเป็นความคิดรวบยอด

4) ขั้นประเมินผล คือ ให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะหรือทดสอบย่อย

2.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 แผน

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นเสนอประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ พร้อมแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ปกติเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพด้านความถูกต้องและเหมาะสม

2.8 นำคะแนนประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินโดยใช้หลักเกณฑ์กำหนดการให้คะแนนตามเกณฑ์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ เช่นเดียวกันกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

2.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้ปรับปรุง และแก้ไขเสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อ



ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 24 จำนวน 36 คน

2.10 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติในประเด็นที่ไม่สมบูรณ์และที่มีข้อบกพร่องและปรับให้สอดคล้องกับเวลาและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในกลุ่มวิจัยต่อไป

### 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างขึ้น ตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาความคิดรวบยอด และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3.3 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบจากหนังสือการวิจัยและการวัดผลการศึกษา (สมนึก ภัททิยธนี, 2551: 155-173) และการวิจัยเบื้องต้น (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 1-168)

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยเป็นข้อสอบอิงเกณฑ์ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ และใช้เป็นแบบทดสอบฉบับจริง จำนวน 30 ข้อ ดังแสดงในตาราง 3.2

ตาราง 3.2 วิเคราะห์เนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างข้อสอบ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้จริง
1. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	1.นักเรียนสามารถนำสมบัติของเลขยกกำลังไปใช้ได้	3	2
2. รากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนในรูปกรณฑ์	2.หาผลบวก ผลต่าง ผลคูณและผลหารเลขยกกำลังและรูปเครื่องหมายกรณฑ์ได้	4	3
3. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	3.หารูปอย่างง่ายของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะได้	3	2



ตาราง 3.2 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้จริง
4. การหารากที่สองของจำนวนที่อยู่ในรูป $x \pm 2\sqrt{y}$	4. หารากที่สองของจำนวนที่มีเครื่องหมายกรณฑ์ปรากฏอยู่ได้	3	2
5. สมการที่อยู่ในรูปเครื่องหมายกรณฑ์	5. แก้สมการที่อยู่ในรูปเครื่องหมายกรณฑ์ได้	3	2
6. ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	6. บอกความหมายของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและเขียนกราฟของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้	3	3
7. สมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียล	7. แก้สมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลได้	4	3
8. ฟังก์ชันลอการิทึม	8. เขียนจำนวนจริงในรูปเลขยกกำลังให้อยู่ในรูปลอการิทึมและสามารถนำสมบัติของลอการิทึมมาใช้ได้	4	3
9. ลอการิทึมสามัญและลอการิทึมธรรมชาติ	9. สามารถนำความรู้เกี่ยวกับลอการิทึมสามัญและลอการิทึมธรรมชาติไปใช้ได้	4	3
10. การเปลี่ยนฐานของลอการิทึมลอการิทึม	10. นำสมบัติการเปลี่ยนฐานลอการิทึมไปแก้ปัญหาได้	3	2
11. การแก้สมการและอสมการลอการิทึม	11. สามารถแก้สมการและอสมการลอการิทึมได้	3	3
12. บทประยุกต์ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้แก้ปัญหา	12. นำความรู้เรื่องการประยุกต์ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้แก้ปัญหา	3	2
รวม		40	30

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมสร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์พิจารณาให้คำแนะนำตรวจสอบข้อบกพร่อง

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมที่ได้ปรับปรุงด้านการใช้ภาษาและข้อบกพร่องทั่วไปพร้อมแบบประเมิน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย



1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. นางพัฒนาพร เขจรนิตย์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ประสบการณ์ ร่วมจัดทำและปรับปรุงหลักสูตร สสวท. เป็นครูที่เลี้ยงโครงการครูผู้นำการเปลี่ยนแปลงและเป็นครูที่เลี้ยงนักศึกษาระดับปริญญาโท ทุน สควค. (Premium) เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร เนื้อหาและด้านวัดผลประเมินผล

3. นางจุฑาภรณ์ วิเชียรภักดิ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (วุฒิปริญญาโท สาขาจิตวิทยาการศึกษา ประสบการณ์เป็นครูผู้นำการเปลี่ยนแปลงรับทุนศึกษาดูงานประเทศญี่ปุ่น)

เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ และด้านความพึงพอใจ เพื่อประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อความและความครอบคลุมของเนื้อหาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่โดยมีเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่ามีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อความ
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อความ
- 1 เมื่อแน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อความ

3.7 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อความมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC (Index of Item Objective Congruence) (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2551 : 101) เลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ผลการพิจารณาคัดเลือกข้อสอบ พบว่าได้ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรง ซึ่งมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.66 ถึง 1.00 นำมาจัดพิมพ์แบบทดสอบ เพื่อนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.8 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/13 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ ที่เคยเรียนเนื้อหา เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมมาแล้ว จำนวน 36 คน

3.9 นำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (P) และหาค่าอำนาจจำแนก (B) เป็นรายข้อแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้วิธีของเบรนนัน (Brennan) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 103) ที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 ที่ครอบคลุมจุดประสงค์ จำนวน 30 ข้อ



3.9 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น ( $r_{cc}$ ) ของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้โดยวิธีการคำนวณของ โลเวท (Lovett) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 106) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.839

3.10 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจคุณภาพ จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงเพื่อทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

#### 4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง เป็นแบบทดสอบอัตนัย (Subjective or Essay Test) ซึ่งประกอบด้วยปัญหาที่ไม่คุ้นเคยจำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งกลยุทธ์และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ในการแก้ปัญหา โดยแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน และมีการให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric Assessment) โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี องค์ความรู้ และงานวิจัยที่สอดคล้องความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ต่อไป

4.2 ศึกษาและรวบรวมข้อสอบแข่งขันทางคณิตศาสตร์ต่างๆ เช่น ข้อสอบ A-net ข้อสอบ PAT1 ข้อสอบสมาคมคณิตศาสตร์ ข้อสอบเรียนต่อเข้ามหาวิทยาลัย เป็นต้น

4.3 คัดเลือกโจทย์ปัญหาจากข้อสอบที่ได้รวบรวม นำมาปรับเปลี่ยนเงื่อนไขให้ได้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 7 ข้อ เพื่อให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะต้องมีรายละเอียด เป็นปัญหา (ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง นักเรียนไม่เคยเห็นมาก่อน) สามารถวัดระดับการคิดนักเรียนได้

4.4 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนของ สุภาพร ปิ่นทอง (2554 :116) และปรีชา เนายื่นผล (2544 : 311) ดังตาราง 3.3





ตาราง 3.3 การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏ
5	เลือกใช้กลยุทธ์วิธีที่เหมาะสม แสดงกระบวนการในการหาคำตอบและอธิบายได้ชัดเจน ตอบได้ถูกต้องครบถ้วน
4	เลือกใช้กลยุทธ์วิธีที่เหมาะสม แสดงกระบวนการในการหาคำตอบและอธิบายพอสื่อให้เข้าใจได้หรือแสดงคำตอบได้ถูกต้องและแสดงกระบวนการในการหาคำตอบและอธิบายบางส่วน
3	แสดงร่องรอยการเลือกใช้และเลือกเปลี่ยนกลยุทธ์ที่นำไปสู่การหาคำตอบ โดยแสดงอธิบายพอสื่อให้เข้าใจและได้คำตอบปัญหาบางส่วนหรือใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมแต่ดำเนินการไม่ถูกบางขั้นตอน นำไปสู่คำตอบผิดพลาด
2	เลือกใช้กลยุทธ์ที่นำไปสู่การหาคำตอบ แสดงกระบวนการหาคำตอบได้ส่วนน้อยโดยไม่ดำเนินการไปจนกระทั่งได้คำตอบหรือตอบถูกต้องแต่ไม่แสดงวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ
1	มีสิ่งบ่งชี้ที่จะพยายามหาเป้าหมายย่อยๆ ของปัญหาแต่ไม่ได้ดำเนินการต่อ
0	ไม่มีสิ่งบ่งชี้หรือร่องรอยที่จะแสดงถึงความพยายามในการแก้ปัญหา

4.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พร้อมเกณฑ์การให้คะแนนเสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาให้คำแนะนำตรวจสอบความถูกต้อง ชี้แนะข้อบกพร่อง พร้อมทั้งเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุง

4.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ชูติเดียวกับผู้เชี่ยวชาญแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องเชิงเนื้อหา และประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชีวิตด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์กำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบความสอดคล้องพฤติกรรมชีวิตด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องพฤติกรรมชีวิตด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

-1 เมื่อแน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องพฤติกรรมชีวิตด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

พิจารณาคัดเลือกค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์เพียงตรง



4.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจพิจารณาแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว เสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์พิจารณาอีกครั้ง

4.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 36 คน ที่เคยเรียนเนื้อหา เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมมาแล้ว เพื่อหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ตามเกณฑ์ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไปแล้ว คัดเลือกข้อสอบไว้ 4 ข้อ

4.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกแล้ว จำนวน 4 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551 : 94) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.813

4.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ร่วมกับชุดข้อสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อใช้กับกลุ่มวิจัยต่อไป

## 5. แบบวัดความพึงพอใจ

การสร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง และพัฒนา ตามขั้นตอน ดังนี้

5.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบวัดความพึงพอใจจากตำราการวัดผลทางการศึกษา (สมนึก ภัททิยธนี, 2544: 36-42)

5.2 สร้างแบบวัดความพึงพอใจ จำนวน 20 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

5.3 นำแบบวัดความพึงพอใจ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อปรับความเหมาะสมแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงเนื้อหา และความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความพึงพอใจกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยดังนี้



1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชวลิต เอี่ยมเจริญ ตำแหน่ง อาจารย์พิเศษภาควิชา คณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างสื่อโดยใช้ โปรแกรมจีเอสพี
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชา คณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและแผนการ จัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. นางยุพิน พลเรือง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสาร คามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 (วุฒิปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ ศึกษา) เป็นผู้เชี่ยวชาญแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และการสร้างสื่อโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี
4. นางพัฒนาพร เขจรนิตย์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียน กาศสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ประสบการณ์ ร่วมจัดทำและปรับปรุงหลักสูตร สสวท. เป็นครูที่เลี้ยงโครงการครูผู้นำการ เปลี่ยนแปลงและเป็นครูที่เลี้ยงนักศึกษาระดับปริญญาโท ทุน สควค. (Premium) เป็นผู้เชี่ยวชาญด้าน หลักสูตร เนื้อหาและด้านวัดผลประเมินผล
5. นางจุฑาภรณ์ วิเชียรภักดิ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกาศสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (วุฒิปริญญาโท สาขาจิตวิทยาการศึกษา ประสบการณ์เป็นครูผู้นำการเปลี่ยนแปลงรับทุน ศึกษาดูงานประเทศญี่ปุ่น) เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ และด้านความพึงพอใจ
  - 5.4 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาภาควิเคราะห์ค่าดัชนี ความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IC (Index of Consistency) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 107)
  - 5.5 ปรับปรุงแก้ไขตามที่คุณเชี่ยวชาญเสนอแนะแล้วนำแบบวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้น 20 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/13 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียน กาศสินธุ์พิทยาสรรพ์ จำนวน 36 คน
  - 5.6 นำแบบวัดความพึงพอใจมาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ( $r_{xy}$ ) แบบสอบถามรายข้อตามวิธี (Item Total Correlation) โดยสูตรสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 92)
  - 5.7 นำแบบวัดความพึงพอใจที่คัดเลือกไว้ 15 ข้อ มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยคำนวณค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 94) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.929
  - 5.8 จัดพิมพ์เป็นแบบวัดความพึงพอใจเป็นฉบับจริง เพื่อนำไปใช้ในการทดลองจริงกับ กลุ่มตัวอย่างต่อไป



### 3.4 รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) แบบ 2 กลุ่ม โดยมี ลักษณะรูปแบบการทดลอง ดังแสดงในตาราง 3.5

ตาราง 3.4 แสดงรูปแบบของการวิจัย

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

เมื่อ X<sub>1</sub> แทน การทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรม จีเอสพี

X<sub>2</sub> แทน การทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

T<sub>1</sub> แทน การสอบวัดผลสัมฤทธิ์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

T<sub>2</sub> แทน การสอบวัดผลสัมฤทธิ์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

### 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

#### 1. ขั้นเตรียมการ

1.1 จัดเตรียมเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แผนการจัดการกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 บันทึกขออนุญาตดำเนินการทดลองต่อผู้บริหารโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่กาฬสินธุ์เขต 24

1.3 จัดเตรียมห้องเรียน และชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียน วิธีปฏิบัติและวิธีดำเนินการและความเข้าใจในกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

#### 2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 ดำเนินการสอบก่อนเรียน (Pre-test) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน

2.2 ดำเนินการสอนตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกลุ่มทดลองจัด



กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีและกลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยทั้งสองกลุ่มใช้สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้เดียวกัน

2.3 ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.4 ประเมินความพึงพอใจกับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบวัดความพึงพอใจ แล้วนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียน และนำไปเทียบกับเกณฑ์ ตามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (สมนึก ภัททิยธนี, 2544: 36-42)

### 3.6 การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดำเนินการตรวจให้คะแนนดังนี้  
ข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนดังนี้  
ตอบถูกได้ 1 คะแนน  
ตอบผิดได้ 0 คะแนน
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตรวจให้คะแนนให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น
3. ตรวจให้คะแนนฝึกปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมซึ่งจัดเป็นประสิทธิภาพกระบวนการ
4. แบบวัดความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกำหนดค่าความพึงพอใจแต่ละช่วงคะแนนและแปลความหมายดังนี้  

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

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม spss ตามลำดับดังนี้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ
  - 1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ตรวจสอบความยาก หาค่าอำนาจจำแนก หาค่าความเชื่อมั่น



1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ตรวจสอบความยาก หาค่าอำนาจจำแนก หาค่าความเชื่อมั่น

1.3 แบบวัดความพึงพอใจ ตรวจสอบความเที่ยงตรง หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ หาค่าความเชื่อมั่น

2. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนที่ได้จากฝึกปฏิบัติกิจกรรม คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียน และแบบวัดความพึงพอใจ

3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 75/75 โดยหาค่า  $E_1/E_2$

4. วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยหาค่า E.I.

5. สถิติทดสอบสมมติฐาน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สถิติ Hotelling's  $T^2$  กำหนดความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

### 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.7.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

##### 1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 101)

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

เมื่อ	$IOC$	แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	$R$	แทน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	$n$	แทน จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ



1.2 วิเคราะห์หาค่าความยากของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 88)

$$P = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

เมื่อ	$P$	แทน ค่าความยากของข้อสอบ
	$P_H$	แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$P_L$	แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$n$	แทน จำนวนผู้ตอบของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

1.3 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยหาค่าดัชนีบี (B - Index) ตามวิธีของเบรนนัน (Brennan) โดยใช้สูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 103)

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

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

1.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett) โดยใช้สูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 106)

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

เมื่อ	$r_{cc}$	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$k$	แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	$X_i$	แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	$C$	แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ



## 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1 ทหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 101)

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

เมื่อ	$IOC$	แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	$R$	แทน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	$n$	แทน จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

2.2 วิเคราะห์หาค่าความยากของข้อสอบแบบอัตนัย โดยใช้สูตรของวิทเนอร์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้ (พร้อมพรรณ อุตมสิน, 2544 : 147-148)

$$p = \frac{s_h + s_l - (n_l)(x_{min})}{(n)(x_{max} - x_{min})}$$

เมื่อ	$p$	แทน ค่าความยากของข้อสอบ
	$s_h$	แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มสูง
	$s_l$	แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มต่ำ
	$x_{max}$	แทน คะแนนสูงสุดที่ได้
	$x_{min}$	แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้
	$n_l$	แทน จำนวนผู้สอบในกลุ่มต่ำ
	$n$	แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

2.3 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของวิทเนอร์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้ (พร้อมพรรณ อุตมสิน, 2544 : 147-148)

$$r = \frac{s_h - s_l}{n_h(x_{max} - x_{min})}$$

เมื่อ	$r$	แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	$s_h$	แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มสูง
	$s_l$	แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มต่ำ
	$x_{max}$	แทน คะแนนสูงสุดที่ได้
	$x_{min}$	แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้
	$n_h$	แทน จำนวนคนกลุ่มสูง





2.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 94)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ  $\alpha$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น  
 $k$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ  
 $S_i^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ  
 $S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

3 แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้

3.1 หาค่าความเที่ยงตรง โดยใช้สูตร IC ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 107)

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

เมื่อ  $IC$  แทน Index of Item Congruence : IC  
 $R$  แทน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 $n$  แทน จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

3.2 หาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 92)

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

เมื่อ  $r_{xy}$  แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง  $X$  และ  $Y$   
 $XY$  แทน ผลคูณระหว่างคะแนนแต่ละคู่  $X$  และ  $Y$   
 $X, Y$  แทน คะแนนชุด  $X$  และชุด  $Y$  ตามลำดับ  
 $n$  แทน จำนวนข้อมูล



3.3 ทหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 94)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	$k$	แทน จำนวนข้อของเครื่องมือ
	$S_i^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
	$S_t^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

### 3.7.2 สถิติพื้นฐาน

1. ร้อยละ (Percentage) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 119)

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

เมื่อ	$P$	แทน ร้อยละ
	$X$	แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	$n$	แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. ค่าเฉลี่ย (Mean) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 124)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน จำนวนข้อมูลในกลุ่มประชากร
	$X$	แทน ข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างหรือประชากร

3. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ชวลิต ชูกำแหง, 2550: 50)

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

เมื่อ	$S.D.$	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$X$	แทน ค่าคะแนน
	$n$	แทน จำนวนคนทั้งหมด



## 7.3.3. สถิติการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ

1. วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1/E_2$ ) ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สูตร (เผชัญ กิจระการ, 2544: 49 - 51)

การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ )

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

เมื่อ	$E_1$	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$x_i$	แทน คะแนนทุกส่วนที่นักเรียนทำได้
	$A$	แทน คะแนนเต็มของทุกกิจกรรม
	$n$	แทน จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ )

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

เมื่อ	$E_2$	แทน ประสิทธิภาพของการผลิต
	$y_i$	แทน คะแนนของผู้เรียนจากการทดสอบหลังการเรียนรู้
	$B$	แทน คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน
	$n$	แทน จำนวนผู้เรียน

2. วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ (E.I.) โดยใช้สูตร (เผชัญ กิจระการ, 2544: 31 - 56)

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

เมื่อ	$P_1$	แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน
	$P_2$	แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน
	$Total$	แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม



## 7.3.4 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

1. หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (สมบัติท้ายเรือคำ, 2551: 92)

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

เมื่อ  $r_{xy}$  แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง  $X$  และ  $Y$   
 $XY$  แทน ผลคูณระหว่างคะแนนแต่ละคู่  $X$  และ  $Y$   
 $X, Y$  แทน คะแนนชุด  $X$  และชุด  $Y$  ตามลำดับ  
 $n$  แทน จำนวนข้อมูล

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใช้สถิติ Hotelling's  $T^2$  โดยใช้สูตรดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2556: 235)

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)' S^{-1} (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)$$

เมื่อ  $T^2$  แทน ค่าสถิติทดสอบ Hotelling's  $T^2$   
 $n_1$  แทน ขนาดของตัวอย่างกลุ่มที่ 1  
 $n_2$  แทน ขนาดของตัวอย่างกลุ่มที่ 2  
 $S$  แทน เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม  
 $(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)$  แทน เวกเตอร์ความต่างของค่าเฉลี่ย

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มวิจัยและกลุ่มควบคุมโดยใช้สถิติ t-test โดยใช้สูตรดังนี้ (นิภาพร ชูติมันต์ และคณะ, 2554:193)

$$T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad \text{ที่มี } df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ  $T$  แทน ค่าทดสอบสถิติ  
 $S_p^2$  แทน ความแปรปรวนรวม  
 $n_1$  แทน ขนาดของตัวอย่างกลุ่มที่ 1  
 $n_2$  แทน ขนาดของตัวอย่างกลุ่มที่ 2



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- 4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
- 4.2 ลำดับชั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
- 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

$n$	แทน จำนวนนักเรียน
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ย
S.D	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$E_1$	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$E_2$	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
E.I.	แทน ค่าดัชนีประสิทธิผล
df	แทน ชั้นแห่งความอิสระ (Degree of Freedom)
p	แทน p- value
F	แทน ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน (F-test)
t	แทน ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน (t-test)
$T^2$	แทน ค่าสถิติทดสอบสมมติฐาน Hotelling $T^2$

#### 4.2 ลำดับชั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยคำนวณหาค่า  $E_1$  จากการประเมินคะแนนด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และทดสอบย่อย จำนวน 12 แผน คำนวณหาค่า  $E_2$  จากคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลปรากฏดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีและแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

แผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	n	$E_1$	$E_2$
แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี	30	87.77	80.00
แบบปกติ	36	78.00	75.28

จากตาราง 4.1 พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เท่ากับ 87.77 ประสิทธิภาพผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เท่ากับ 80.00 ดังนั้นผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 87.77/80.00 ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 และประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เท่ากับ 78.00 ค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เท่ากับ 75.28 ดังนั้นผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย



ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 78.00/75.28 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียน ดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

การจัดการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล (E.I)
			ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี	30	30	219	720	0.7271
แบบปกติ	36	30	207	813	0.6941

จากตาราง 4.2 พบว่าจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนมีค่าดัชนีประสิทธิผล ( E.I.) เท่ากับ 0.7271 หมายความว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 72.71 และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติจากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนมีค่าดัชนีประสิทธิผล ( E.I.) เท่ากับ 0.6941 หมายความว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 69.41



ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา  
คณิตศาสตร์

	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1	0.505**
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	0.505**	1

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4.3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากนั้นนำกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติทดสอบ Hotelling's  $T^2$

ตาราง 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการทางสถิติ Hotelling's  $T^2$

สถิติทดสอบ	Value	F	Hypothesis df	Error df	p
Hotelling's $T^2$	0.744	23.427*	2	63	<0.001

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4.4 พบว่าผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05





ตาราง 4.5 คะแนนค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการเรียนรู้	กลุ่มเรียน	N	$\bar{X}$	S.D
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	แบบสืบเสาะด้วยสื่อ GSP	30	24.00	2.00
	แบบปกติ	36	22.58	2.70
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	แบบสืบเสาะด้วยสื่อ GSP	30	15.83	1.57
	แบบปกติ	36	12.86	1.88

ตาราง 4.6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยวิธีการทางสถิติ t-test

	ความแปรปรวน		t-test		
	F	p	t	df	p
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	3.297	0.074	-2.375*	64	0.010
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	0.657	0.421	-6.862*	64	<0.001

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4.6 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ตอนที่ 4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซโพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 4.7 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
<b>ด้านเนื้อหา</b>			
1. เนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องที่นำไปใช้ได้ในชีวิตจริง	3.96	1.06	มาก
2. ข้าพเจ้าปฏิบัติกิจกรรมตามที่ครูกำหนดแล้วทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนยิ่งขึ้น	4.16	0.79	มาก
3. ข้าพเจ้าได้รับเนื้อหาครบถ้วนตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.43	0.72	มาก
<b>รวมด้านเนื้อหา</b>	<b>4.18</b>	<b>0.85</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน</b>			
4. ข้าพเจ้ามีชอบในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีประกอบ	4.43	0.67	มาก
5. ข้าพเจ้ามีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นระหว่างเพื่อนและครูจนได้รับความรู้ความเข้าใจ	4.50	0.73	มาก
6. ข้าพเจ้ารู้สึกภูมิใจมากเมื่อตอบคำถามได้ถูกต้อง	4.50	0.77	มาก
7. ข้าพเจ้าได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา คิดและเขียนได้ถูกต้อง	4.53	0.68	มากที่สุด
<b>รวมด้านกิจกรรมการเรียนการสอน</b>	<b>4.49</b>	<b>0.71</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านสื่อและอุปกรณ์ในการเรียนรู้</b>			
8. ข้าพเจ้าชอบสื่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีซึ่งเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายาก	4.36	0.71	มาก
9. ข้าพเจ้าชอบสื่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงใจให้สนใจมากยิ่งขึ้น	4.43	0.68	มาก
10. ข้าพเจ้าชอบการเรียนรู้ที่มีโปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อทำให้เข้าใจและเห็นภาพชัดเจน	4.40	0.72	มาก
<b>รวมด้านสื่อและอุปกรณ์ในการเรียนการสอน</b>	<b>4.39</b>	<b>0.70</b>	<b>มาก</b>



ตาราง 4.7 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการวัดและประเมินผล			
11. ข้าพเจ้าเห็นว่าใบกิจกรรมการเรียนรู้และแบบวัดทักษะ กระบวนการมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.304	0.75	มาก
12. ข้าพเจ้าทำใบกิจกรรมการเรียนรู้และแบบวัดทักษะ กระบวนการทันเวลา	4.10	1.02	มาก
13. ข้าพเจ้าได้ทราบผลคะแนนของใบกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบวัดทักษะกระบวนการทุกครั้ง	4.13	0.86	มาก
14. ข้าพเจ้าพอใจกับคะแนนแต่ละครั้งที่ทำได้	4.06	0.82	มาก
15. ข้าพเจ้าจะนำผลการทดสอบไปปรับปรุงเพื่อพัฒนา ตนเองในการสอบครั้งต่อไป	4.43	0.77	มาก
รวมด้านการวัดและประเมินผล	4.20	0.84	มาก
โดยรวม	4.31	0.80	มาก

จากตาราง 4.7 พบว่าระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียนรู้ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา คิดและเขียนได้ถูกต้อง และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่าด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ( $\bar{X} = 4.49$ ) ด้านสื่อและอุปกรณ์ในการเรียนการสอน ( $\bar{X} = 4.39$ ) ด้านการวัดและประเมินผล ( $\bar{X} = 4.31$ ) ด้านเนื้อหา ( $\bar{X} = 4.18$ )



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีลำดับขั้นตอนและผลการวิจัยดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

5.2 สรุปผล

5.3 อภิปรายผล

5.4 ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

5.1.2 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

5.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

5.1.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

#### 5.2 สรุปผล

ได้สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

5.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ



ฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 87.77/80.00 และ 78.00/75.28 ตามลำดับซึ่ง  
เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

5.2.2 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้  
โปรแกรมจีเอสพี และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชัน  
ลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.7271 และ 0.6941 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้า  
ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 72.71 และร้อยละ 69.41 ตามลำดับ

5.2.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรม  
จีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยด้วยการจัดกิจกรรม  
การเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.4 ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา  
คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 อยู่ในระดับมาก

### 5.3 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา  
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้  
โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนน  
เชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยขออภิปรายดังนี้

5.3.1 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรม  
จีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากแผนการเรียนรู้  
12 แผน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.77/80.00 นั่นคือนักเรียนมีคะแนนรวมที่ได้จากการประเมินด้าน  
ความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และทดสอบย่อย คิดเป็นร้อยละ 87.77  
และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 80.00 ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้แบบ  
ปกติเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากแผนการเรียนรู้ 12  
แผน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.00/75.28 นั่นคือนักเรียนมีคะแนนรวมที่ได้จากการประเมินด้านความรู้  
ด้านทักษะกระบวนการ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และทดสอบย่อย คิดเป็นร้อยละ 78.00 และ  
คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 75.28 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75  
ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ยุพิน พลเรือง (2557: 98) ได้ทำการวิจัยพัฒนาการจัดการกิจกรรมการ  
เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้น  
การเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงผลการวิจัยพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหา



ความถี่ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 84.74/83.58 และ 81.20/79.11 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับผลงานวิจัย เยาวภา ผูกสมัคร (2554: 108) ผลการใช้ชุดการสอนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อปรับอิทธิพลของสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ มีประสิทธิภาพ 79.10/82.42 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับผลงานวิจัย อรัญญา แพงเพ็ง (2551: 91) ได้ทำการศึกษการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 81.67/77.50 และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สันติ อิทธิพลนาวากุล (2550: 91) ได้พัฒนาชุดการสอนแบบสืบสวนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 85.94/86.64 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยผ่านการพิจารณา ตลอดจนการให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และการปรับปรุงแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ทางด้านการจัดการเรียนการสอนมาเป็นอย่างดีโดยเฉพาะแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อ สร้างความสนใจด้วยความเป็นพลวัต ตลอดจนสืบค้นประกอบสื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและสร้างความพึงพอใจต่อผู้เรียนในระดับดีมาก

5.3.2 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.7271 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 72.71 และดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้แผนปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.6941 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 69.41 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ยุพิน พลเรือง (2557: 98) ได้ทำการวิจัยพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง ผลการวิจัยพบว่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องภาคตัดกรวย มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7476 คิดเป็นร้อยละ 74.76 และ 0.6903 คิดเป็นร้อยละ 69.03 ตามลำดับ นั่นคือนักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.76 และ 69.03 ตามลำดับ สอดคล้องกับสารนิพนธ์ของ ประจวบ ศรีภิลลา (2554: 63) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรม GSP ประกอบการสอนเรื่องกราฟเบื้องต้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า



ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกราฟเบื้องต้น สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.10 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ อรัญญา แพงเพ็ง (2551: 91) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความพึงพอใจต่อการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ พบว่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 0.6405 คิดเป็นร้อยละ 64.05 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สันติ อิทธิพลนาวากุล (2550: 91) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 75.70 อาจกล่าวได้ว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องฟังก์ชันเอกซโพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้น อาจเนื่องมาจากแผนการสอนที่สร้างขึ้นมีส่วนช่วยส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ ดึงดูดความสนใจให้ผู้เรียนให้ทำกิจกรรมระหว่างเรียนอีกทั้งได้เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปอย่างมีตัวอย่างประกอบ ผู้เรียนมีโอกาสฝึกทำใบความรู้ แบบวัดทักษะกระบวนการ และแบบฝึกหัดจึงมีส่วนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้น

5.3.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซโพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยอภิปรายผลดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ยุพิน พลเรือง (2557: 92) ได้ทำการวิจัยพัฒนาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซโพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะ



โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรม จีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ยูพิน พลเรือง (2557: 93) ได้ทำการวิจัยพัฒนาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สุธีรา แก้วบุญเรือง ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP กับการสอนปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ นัยนา บุญสมร ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) กับวิธีสอนตามปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรมจีเอสพี (The Geometer's Sketchpad : GSP) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ อรรณญา แพงเพ็ง (2551: 91) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความพึงพอใจต่อการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และความพึงพอใจต่อการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ แกตเดิร์ด (2007: Website) ได้





เปรียบเทียบผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และแบบปกติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ยูพิน พลเรือง (2557: 93) ได้ทำการวิจัยพัฒนาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อาจกล่าวได้ว่าของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อาจเนื่องมาจาก สื่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้รับคำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และการปรับปรุงแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความสามารถในการสร้างสื่อโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี โดยสื่อที่สร้างขึ้นมีส่วนช่วยส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ ดึงดูดความสนใจให้ผู้เรียนทำกิจกรรมระหว่างเรียน อีกทั้งได้เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปอย่างมีตัวอย่างประกอบ มีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ฝึกในแต่ละเนื้อหา อีกทั้งผู้เรียนได้เห็นลักษณะการเลื่อนกราฟต่างๆ ก่อให้เกิดมโนทัศน์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่าการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

5.3.4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ยูพิน พลเรือง (2557: 101) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงมีระดับความพึงพอใจในภาพรวมระดับมาก สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ศิริพันธ์ พากเพียร (2551: 63) พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้โปรแกรมบทเรียนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตโดยรวมอยู่ในระดับมาก อาจมาเนื่องจากสื่อที่ใช้คือโปรแกรมจีเอสพี ซึ่งมีความเป็นพลวัต อีกทั้งผู้วิจัยยังได้รับ ข้อเสนอแนะ ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ และผ่านการปรับปรุงทั้งด้านเนื้อหาและสื่อให้สอดคล้องกับระดับชั้น สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และได้มีการออกแบบ



กิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาที่หลากหลายและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจ ดังจะเห็นได้จากผลการวัดระดับความพึงพอใจที่มีต่อที่ได้พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา คิดและเขียนได้ถูกต้อง

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นกิจกรรมส่งผลดีต่อผู้เรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้จากนักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา คิดและเขียนได้ถูกต้อง อีกทั้งสื่อที่สร้างขึ้นมีส่วนช่วยส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ ดึงดูดความสนใจให้ผู้เรียนทำกิจกรรมระหว่างเรียน และสามารถดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

## 5.4 ข้อเสนอแนะ

### 5.4.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูผู้สอนควรนำเอาวิธีการจัดการเรียนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีไปประยุกต์ใช้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. การจัดการเรียนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีสามารถสอนได้เร็วกว่าปกติเนื่องจากการเตรียมเนื้อหาในสื่อแล้วดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถประยุกต์ได้มากกว่าในหนังสือเรียน

### 5.4.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีในเรื่องอื่นๆ
2. ควรมีการศึกษาวิธีการจัดการเรียนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีหรือเพื่อเปรียบเทียบกับการสอนวิธีการอื่น ๆ ด้วย
3. ควรมีการพัฒนา รูปแบบของกิจกรรมให้มีความแปลกใหม่และหลากหลายมากขึ้น เพื่อเพิ่มองค์ความรู้และความสนใจต่อนักเรียนให้นำการเรียนรู้ยิ่งขึ้นไป



เอกสารอ้างอิง



## เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2545) *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ, กรมวิชาการ กระทรวงฯ.
- . (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ, ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤษดา บุญหมื่น. (2555). *แผนการจัดการเรียนรู้*. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.newnaew.net/plan1/166-plan-learning-1.html>. [สืบค้นเมื่อวันที่ 22 เมษายน 2559]
- กฤษณา ซาญวิชานนท์. (2550). *การเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านภาษาไทยและความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการเรียนรู้แบบรายบุคคล*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- เกษมศรี บุญพอ. (2550). *การพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง กฎหมายน่ารู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- จรรยา อางหาญ. (2549). *หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2546). *เทคโนโลยีการศึกษา: ทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2550). *การประเมินการเรียนรู้*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทรงศักดิ์ ภู่ออนศรี. (2556). *เอกสารประกอบการอบรมโครงการบรรยายพิเศษ เรื่อง สถิติเพื่อการวิจัยทางการศึกษาและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านการวิจัย*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ดุลยวิทย์ ภูมิมา. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนบูรณาการแบบสอดแทรก*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- เตือนใจ เหล่าสุวรรณ. (2555). *แผนการจัดการเรียนรู้*. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://sahavicha.kalasin3.go.th/?name=link&category=&page=136>. [สืบค้นเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2555]
- นงลักษณ์ ศรีบัวบาน. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มแบบ TGT และการจัด*



- กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องสถิติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นิภาพร ชุตินันต์ บังอร กุมพลและคณะ.(2554). *ระเบียบวิธีการทางสถิติ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาสารคาม: หจก.อภิชาติการพิมพ์.
- นันทิยา บุญเคลือบ.(2540). การเรียนการสอนตามแนวคิด constructivism. *วารสารส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(96), 13-14, มกราคม-มีนาคม.
- นัยนา บุญสมร (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) กับวิธีการสอนแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพฯ, ชมรมเด็ก.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. *วารสารคณิตศาสตร์*, 38(434-435), 62-74, พฤศจิกายน - ธันวาคม
- ปานิสรา จันทร์สุข. (2555). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม จีเอสพี กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปวีณา เลิศกิจลักษณ์. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการอ่านภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบ ภาพการ์ตูนกับการสอนแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- ผ่องเพ็ญ ดัดตนรัมย์. (2555). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยโปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส*. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เผชัญ กิจระการ. (2544). *การหาค่าดัชนีประสิทธิผล*. ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เผชัญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี. (2545). *ดัชนีประสิทธิผล*. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 8(1), 30-36, กรกฎาคม.
- พรชัย จันทะคุณ. (2546). *การสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.



- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิจรรย์. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พินิจ เนื่องภิรมย์. (2556). *การหาประสิทธิภาพนวัตกรรม*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. [ออนไลน์]. ได้จาก: [https:// elec.pnt.rmutl.ac.th/](https://elec.pnt.rmutl.ac.th/). [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2559].
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวคิด วิธีและเทคนิค การสอน 1*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- พิสมัย ศรีอำไพ. (2545) *หลักสูตรและการสอน*. มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ไพฑูริย์ นันทะสุคนธ์. (2555). *แผนการจัดการเรียนรู้*. [ออนไลน์]. ได้จาก: <https://www.yt.ac.th/filepublic/.../แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการฯ.ppt>. [สืบค้นเมื่อ วันที่ 20 เมษายน 2560].
- ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. (2545). *เอกสารประกอบการเรียน วิชา 0506713 สัมมนาหลักสูตรและการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2540). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภีมวัจน ธรรมใจ. (2548 ). *คู่มือการใช้งานโปรแกรม GSP 4.06 (Thai Version) เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการเรขาคณิตแบบพลวัต*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี( สสวท).
- มนูญ ประจิตร์. (2551). *ความพึงพอใจของประชาชนที่มีต่อผลการปฏิบัติงานขององค์การบริหารส่วนตำบล จังหวัดนครราชสีมา*. ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- ยุพิน พลเรือง. (2557). *การพัฒนาการจัดกิจกรรมรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- \_\_\_\_\_. (2545). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัทพิพิธการพิมพ์จำกัด.
- รำเพย สุทธินันท์. (2556). *เทคนิคการสอน/วิธีสอนคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ*. [ออนไลน์]. ได้จาก <https://sornoramphoei.wordpress.com>. [สืบค้นเมื่อวันที่ 18 เมษายน 2560].



- รำไย เต็มใจ. (2553). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ประกอบเทคนิค STAD เรื่องบทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ปกติ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- เรณูวัฒน์ พงษ์อุตธา. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นสื่อกับการจัดกิจกรรมตามปกติ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *หลักการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิฑูรย์ วงษ์อำมาตย์. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการวัดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- วิมล อยู่พิพัฒน์. (2551). *บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP (GEOMETER'S SKETCHPAD) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการวัด สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วัชรี้ กาญจนเกียรติ. *หลักการสอนคณิตศาสตร์*. [ออนไลน์]. ได้จาก <http://www.phichsinee.cmru.ac.th/>. [สืบค้นเมื่อ วันที่ 20 กันยายน 2559].
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: ต้นอ้อ.
- ศศิگانต์ พงษ์พัฒน์. (2555). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น*. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศรินทิพย์ ภู่อาลี. (2542). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับ การสอนตามทฤษฎีสรคณิยม*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริพันธ์ ปากเพียร. (2551). *การพัฒนาโปรแกรมบทเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. การศึกษาค้นคว้า อิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.



- ศักดิ์ชัย นิรัญทิว. (2542). รายงานการศึกษาวิจัยเรื่อง โครงสร้างการบริหารการศึกษาประเทศสาธารณรัฐ  
เกาหลี. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ: ทีพีปรีนท์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*.  
กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.
- \_\_\_\_\_. (2547). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 3. กระทรวงศึกษาธิการ*. กรุงเทพฯ:  
โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2548). *คู่มืออ้างอิง The Geometer's Sketchpad ซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์  
เรขาคณิตพลวัตน์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- \_\_\_\_\_. (2551). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริม  
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- \_\_\_\_\_. (2551). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธานี. (2549). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กทม. สันติ: ประสานการพิมพ์.
- \_\_\_\_\_. (2550). *การวัดผลประเมินผลการศึกษา*. คณะศึกษาศาสตร์. มหาสารคาม:  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). *ระเบียบวิธีวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมหมาย มะลิกอง. (2552). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อวิธีจัดการ  
เรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน  
สำเร็จรูปที่เน้นทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนว  
คอนสตรัคติวิซึ่มกับที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร  
มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชคและคณะ. (2543). *ค่ายคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏพระนคร  
สำนักงานทดสอบทางการศึกษา
- สาโรช ไสยสมบัติ. (2534). *ความพึงพอใจในการทำงานของครูอาจารย์โรงเรียน มัธยมศึกษาสังกัด  
กรมสามัญศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- สุภาพร ปันทอง. (2554). *การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง. อสมการ  
และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ที่ได้รับการสอน  
โดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต  
การมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- สิริพร ทิพย์คง. (2536). *เอกสารประกอบคำบรรยาย เรื่องการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ:  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.





- สันติ อธิพิณนาวากุล. (2550). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวยระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรางค์ โค้วตระกูล. (2544). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ คำมูลและคณะ. (2551). การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์
- สุวิทย์ มูลคำ. (2542). วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุทธาภรณ์ ต้นสีนนท์. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเลขชี้กำลังและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือตาม รูปแบบ STAD โดยใช้ โปรแกรม GSP กับกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุธีรา แก้วบุญเรือง. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้นการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP กับการสอนปกติ. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- \_\_\_\_\_. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2547) *แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์(ร.ส.พ).
- \_\_\_\_\_. (2554). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- อรัญญา แพงเพ็ง. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตและความพึงพอใจต่อการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ. การศึกษาค้นคว้าอิสระ ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อรุณี ศรีวงษ์ชัย. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์



- เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- อำนาจ เชื้อบ่อคา. (2547). *ผลการใช้โปรแกรม จีเอสพี ประกอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องพลาโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Billing, R.L.(2002). Assessment of the learning Cycle and Inquiry-based Learning in High School Physics Education. *Master Abstracts international*, 40(4), 840
- Baroody, Arthur J (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8. Helping Children Think Mathematically*. New York: Harper and Row Publishing Company.
- Charles, and Lester. (1987). *Teaching Problem-Solving : What, Why & How*. California: Dale Seymour Publications.
- Gaeddert, Terri J. Using accelerated math to enhance student achievement in high school mathematics courses. 2001. <<http://www.proquest.umi.com/> ERIC: ED463177> 2007.
- Harms, N.C. (1981) *What Research Says to the Science Teacher*. Volume 3. Washington D.C.: Nation Science Teachers Association.
- Heimer, R.T. & Trueblood, C. R. (1977). *Strategies for Teaching Children Mathematics*. Washington D. C.: Addison - Wesley Publishing.
- Herron, M.D. (1971). The Nation of Scientific Inquiry, *School Review*, 7(3), 171-181.
- July Raguel A Thinking in Three Dimension: Exploring Students' Geometry Thinking and Spatial Ability with Geometer's Sketchpad, *Dissertation Abstracts International*. 62(06): 2060-A, December.
- Krulik, S. and Rudnick, J.A. (1993). *Reasoning and Solving. A Handbook for Elementary School Teacher*. Boston: Allyn and Bacon.
- Haper, S.R. (2003). *Enhancing Elementary Pre-service Teachers' Knowledge of Geometric Transformation Through the use of Dynamic Geometry Computer Software*, In Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2003. edited by C.Crawford and others. Albuquerque, New Mexico, USA : Global U, LLC, p. 2909-2916.



- Lawson, Michael J. & Mohan Chinnappan. (2000). Knowledge Connectedness in Geometry Problem Solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31, 26–43, January.
- Fehr, H. F. (1972). *Teaching Modern Mathematics in the Elementary School*. Philippines: Addison Wesley Publishing.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington D.C.: National Academy Press.
- Polya George (1973). *How to Solve It*. New Jersey: Princeton University Press.
- \_\_\_\_\_ (1980). *On Solving Mathematics Problems in High School. Problem Solving in School Mathematics; 1980 Yearbook*. Virginia, The National Council.
- \_\_\_\_\_ (1985). *How to Solve It*. New Jersey: Princeton University Press.
- Schwab, J.J. (1970). *BSCS Biology Teachers Handbook*. New York, John Wiley and Sons.
- Welch, w.w. (1981). Inquiry in School Science, In what Research Says to the Science Teacher. Volume 3. Edited by N.C. Harms and R Yager. Washington D.C.: *National Science Teachers Association*. P. 53-64.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี  
กับแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ



แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี	แผนที่ 6 : เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล
วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค 32203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	หน่วยการเรียนรู้เรื่อง : ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 3 คาบ เวลา 165 นาที
สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....	

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 5.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ

ความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทาง  
คณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่ม  
สร้างสรรค์

### 2. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด

ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล หมายถึง ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป  $f = \{(x,y) \in R \times R / y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$

เราสามารถนำฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลไปใช้ในการเรียนเรื่องฟังก์ชันลอการิทึมและเขียนกราฟของ  
ฟังก์ชันได้ และนำไปศึกษาต่อในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นสูงต่อไป

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

- บอกความหมายของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล
- เขียนกราฟและแปลความหมายของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้

ด้านทักษะและกระบวนการ

1. การแก้ปัญหา
2. การให้เหตุผล
3. การสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีระเบียบวินัย
2. มีความรับผิดชอบ
3. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้



#### 4. สารการเรียนรู้

##### สารการเรียนรู้

บทนิยาม ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล คือ ฟังก์ชัน  $f = \{(x,y) \in R \times R | y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$

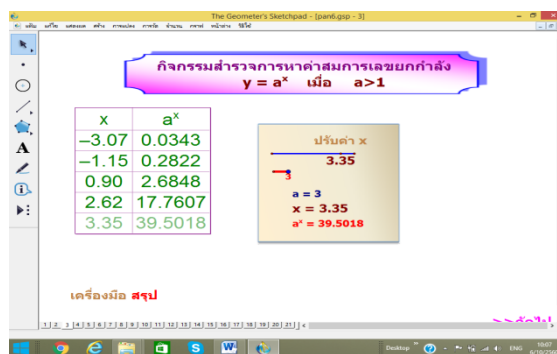
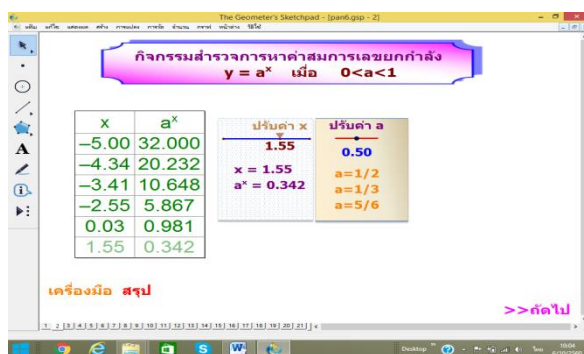
➤ ลักษณะของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

1. ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลเป็นฟังก์ชัน 1-1 จาก  $R$  ไปทั่วถึง  $R^+$
2. กราฟของฟังก์ชัน  $y = a^x, a > 0, a \neq 1$  ผ่านจุด (0,1)
3. บทนิยาม ระบุได้ว่า  $a > 0, a \neq 1$  ทำให้เกิดค่า  $a$  อยู่ 2 กรณี คือ
  - 1) ถ้า  $a > 1$  แล้ว  $y = a^x$  เป็นฟังก์ชันเพิ่ม เช่น  $y = 2^x, y = 3^x, y = (\frac{3}{2})^x$
  - 2) ถ้า  $0 < a < 1$  แล้ว  $y = a^x$  เป็นฟังก์ชันลด เช่น  $y = (\frac{1}{2})^x, y = 3^{-x}, y = (\frac{3}{4})^x$
4. โดยสมบัติของฟังก์ชัน 1-1 จะได้ว่า  $a^x = a^y$  ก็ต่อเมื่อ  $x = y$

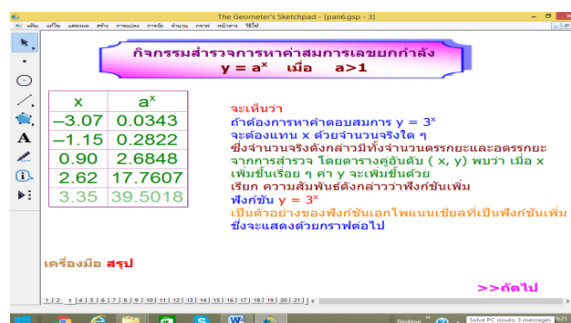
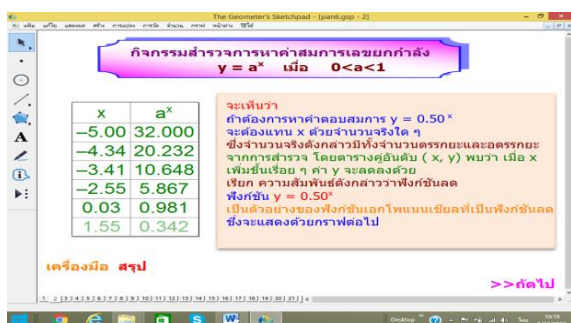
#### กิจกรรมการเรียนรู้

##### ขั้นนำ

1. ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยการทำใบกิจกรรม
2. ครูเปิดโปรแกรม GSP pan6.gsp พาสำรวจกิจกรรมการหาค่าเลขยกกำลัง ในรูป สมการ  $y = a^x$  ตามรูป



ให้นักเรียนร่วมกันสังเกตอธิบายว่าถ้าครูให้  $0 < a < 1$  ปรับค่า  $x$  มากขึ้น ค่าตอบที่ได้จะเป็นอย่างไร และถ้าครูให้ค่า  $a \geq 1$  ปรับค่า  $x$  มากขึ้น ค่าตอบที่ได้จะเป็นอย่างไร ครูคาดการณ์คำตอบโดยกดสรุป



## ชั้นสอน

คาบที่ 1-2

1. ครูให้นิยามฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลโดยร่วมแสดงความคิดเห็นและคาดการณ์แนวคิดนักเรียนดังรูป

**บทนิยาม9** ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (exponential function) คือ

ฟังก์ชัน  $\{(x, y) \in R \times R / y = a^x, a > 0, a \neq 1, a \in R\}$

นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น ข้อสังเกต ข้อสังเกตเพิ่มเติม

บทนิยาม ระบุได้ว่า  $a > 0, a \neq 1$  ทำให้เกิดค่า  $a$  อยู่ 2 กรณี คือ

- 1) ถ้า  $a > 1$  แล้ว  $y = a^x$  เป็นฟังก์ชันเพิ่ม เช่น  $y = 2^x, y = 3^x, y = (\frac{3}{2})^x$
- 2) ถ้า  $0 < a < 1$  แล้ว  $y = a^x$  เป็นฟังก์ชันลด เช่น  $y = (\frac{1}{2})^x, y = 3^{-x}, y = (\frac{3}{4})^x$

>>ถัดไป

**บทนิยาม9** ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (exponential function) คือ

ฟังก์ชัน  $\{(x, y) \in R \times R / y = a^x, a > 0, a \neq 1, a \in R\}$

นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น ข้อสังเกต ข้อสังเกตเพิ่มเติม

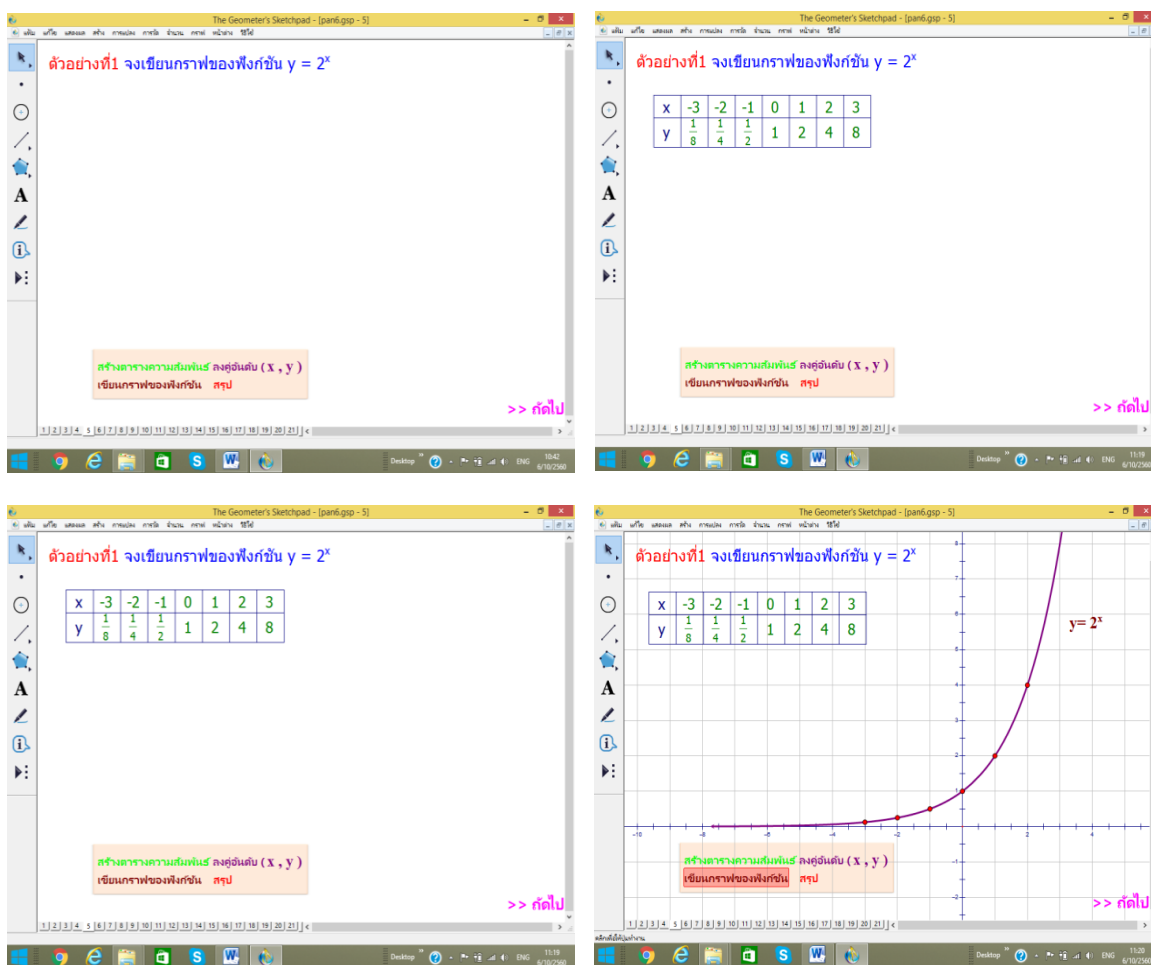
- 3)  $f(x) = 1^x$  เป็นฟังก์ชันคงตัว ไม่เรียกฟังก์ชันนี้ว่าเป็นฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล
- 4) โดเมนของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลเป็นจำนวนจริง ถ้ากำหนด  $a < 0$  เช่น  $f(x) = (-3)^{\frac{1}{2}}$  จะหาค่าไม่ได้

>>ถัดไป

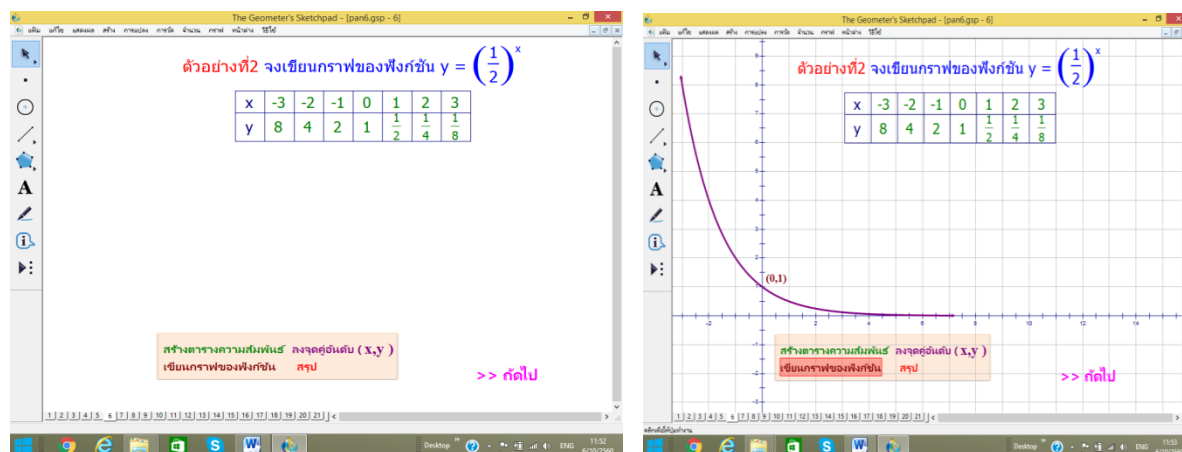
2. ครูยกตัวอย่างกราฟที่เป็นฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล  $y = 2^x$  โดยเริ่มจากการสร้างตารางคู่อันดับความสัมพันธ์ เลขชี้กำลังที่เป็นจำนวนตรรกยะ ลงจุด แสดงกราฟและซึ่งสุดท้ายแล้วเลขชี้กำลังของเรานั้นเป็นได้ทุกจำนวนในระบบจำนวนจริง โดยครูสามารถลากกราฟให้นักเรียนดู







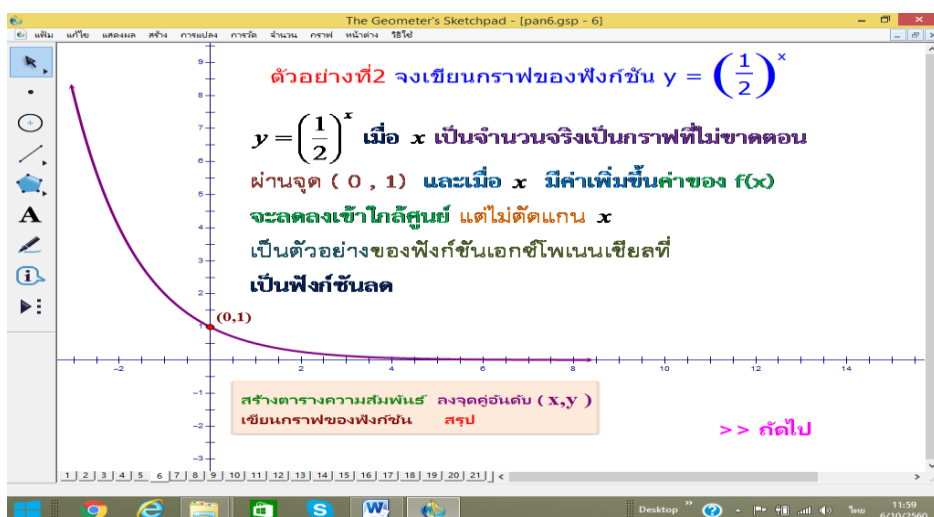
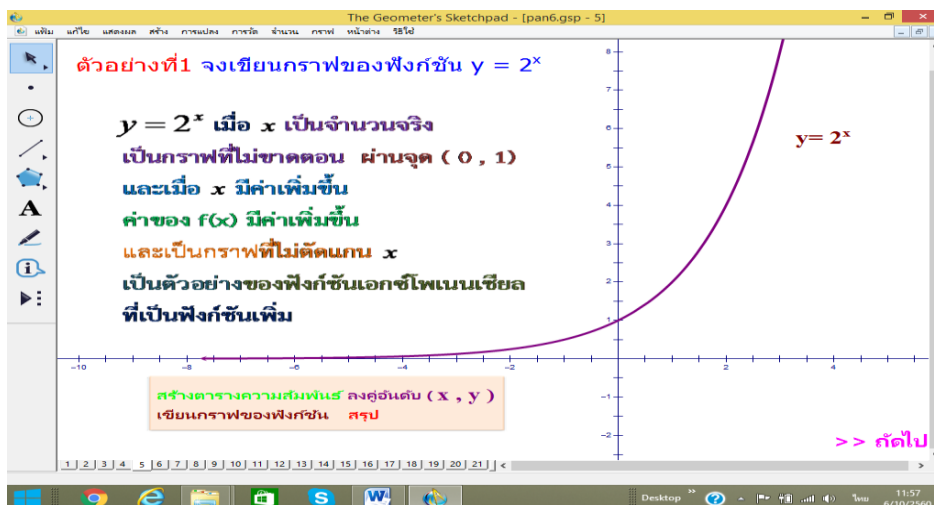
3. ครูยกตัวอย่างกราฟที่เป็นฟังก์ชันเอกซโพเนนเชียล  $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$  โดยเริ่มจากการสร้างตารางคู่อันดับความสัมพันธ์ เลขชี้กำลังที่เป็นจำนวนตรรกยะ ลงจุด แสดงกราฟและซึ่งสุดท้ายแล้วเลขชี้กำลังของเรานั้นเป็นได้ทุกจำนวนในระบบจำนวนจริง โดยครูสามารถลากกราฟให้นักเรียนดู



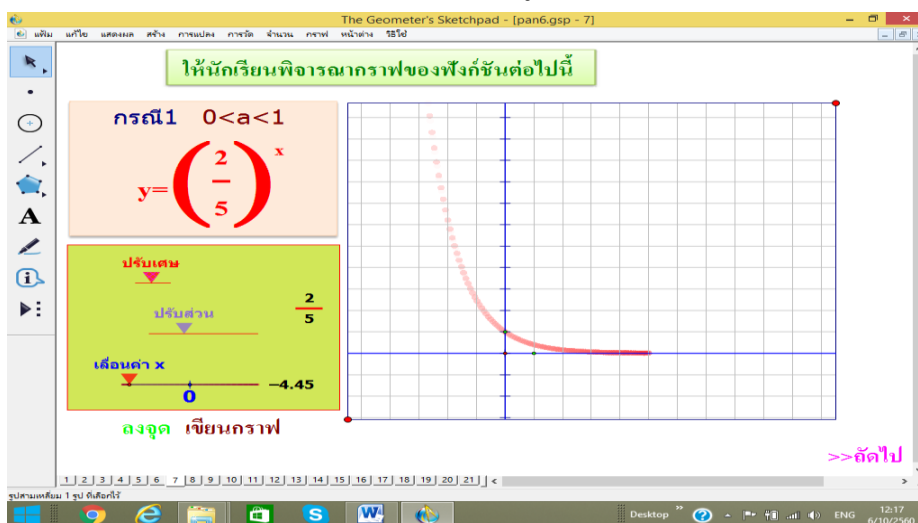
4. ครูให้นักเรียนร่วมกันอธิบายและคาดการณ์แนวคิดจากทั้งสองตัวอย่างจนได้ข้อดีข้อสรุป



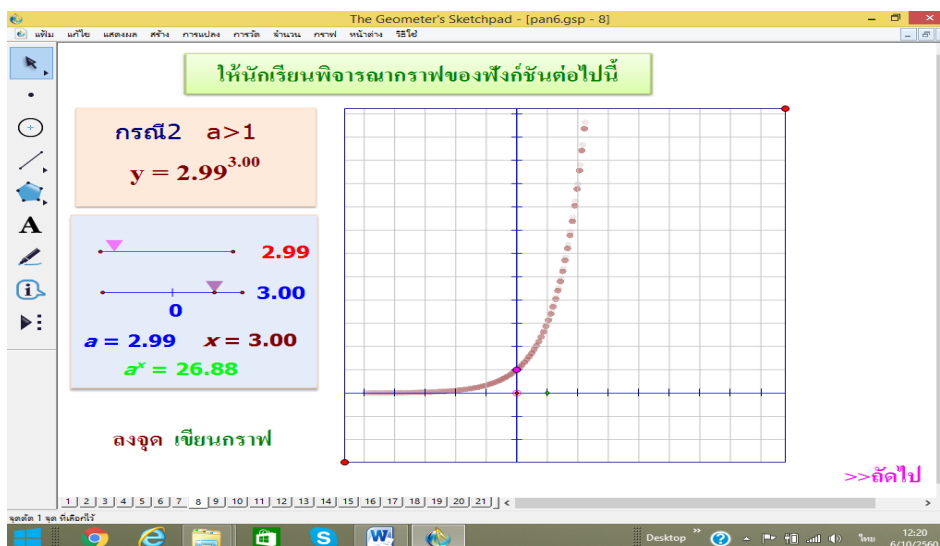
ดั่งภาพ



5. ครูให้นักเรียนพิจารณากราฟ  $y = a^x$  กรณี  $0 < a < 1$  ครูสามารถปรับค่า  $a$  เป็นเศษส่วน และกดลงจุดจะเห็นการลงจุดที่เป็นจำนวนจริงจนมีรูปร่างเป็นกราฟที่เป็นฟังก์ชันลด

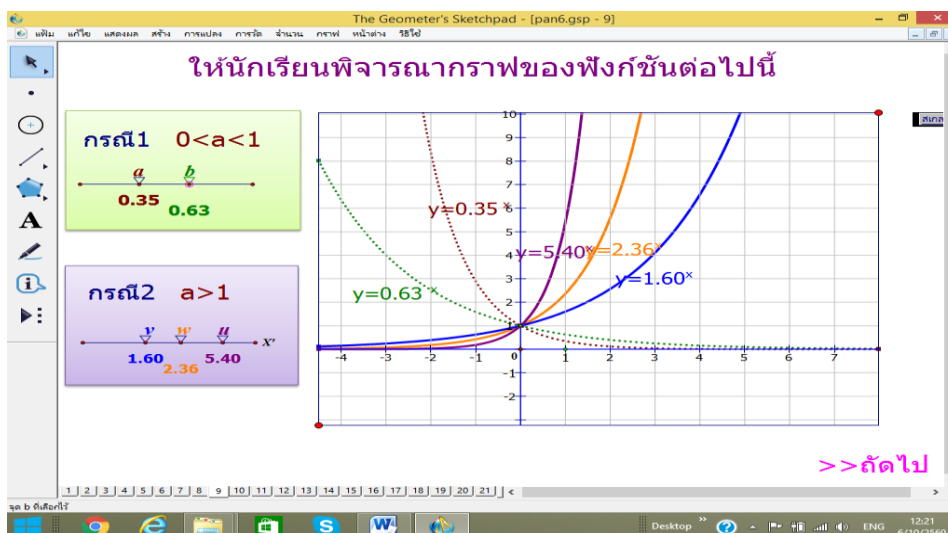


6. ครูให้นักเรียนพิจารณากราฟ  $y = a^x$  กรณี  $a \geq 1$  ครูสามารถปรับค่า  $a$  และกดลงจุด จะเห็นการลงจุดที่เป็นจำนวนจริงจนมีรูปร่างเป็นกราฟที่เป็นฟังก์ชันเพิ่ม



7. ครูให้นักเรียนเขียนกราฟข้อ 1 ทำใบกิจกรรมที่ 1.6 เวลา 10 นาที

8. ครูเปิดโปรแกรม GSP pan6.gsp หน้า 9 และกิจกรรมที่ 1.6 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป ให้เชื่อมโยงกับบทนิยามของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล



บทนิยาม ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล คือ ฟังก์ชัน  $f = \{(x, y) \in R \times R^+ \mid y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$

9. ครูทบทวนบทนิยามของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

บทนิยาม ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล คือ ฟังก์ชัน  $f = \{(x, y) \in R \times R^+ \mid y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$



10. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า จากบทนิยามดังกล่าว แสดงว่าลักษณะของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล เป็นดังนี้

- 1) ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลเป็นฟังก์ชัน 1-1 จาก  $\mathbb{R}$  ไปทั่วถึง  $\mathbb{R}^+$
- 2) กราฟของฟังก์ชัน  $y = a^x, a > 0, a \neq 1$  จะผ่านจุด  $(0,1)$
- 3)  $f(x) = I^x$  เป็นฟังก์ชันคงตัว เพราะว่า  $I^x = I$  เราจึงไม่เรียกฟังก์ชันนี้ว่าเป็นฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล
- 4) โดเมนของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลเป็นจำนวนจริงถ้ากำหนด  $a < 0$  เช่น  $(-3)^{\frac{1}{2}}$  จะหาค่าไม่ได้
- 5) จากสมการ  $y = a^x$  จะเรียก  $a$  ว่า ฐาน (base) ซึ่งแบ่งการพิจารณาค่าของ  $a$  ออกได้ 2 ช่วง กรณี  $0 < a < 1$  และ กรณี  $a > 1$  ตามภาพหน้า 9-10 ใน pan6.gsp

The Geometer's Sketchpad - [pan6.gsp - 10]

**ข้อสังเกต**

- 1) กราฟ  $y = a^x, a > 0$  และ  $a \neq 1$  ผ่านจุด  $(0,1)$  เสมอ
- 2) ถ้า  $a > 1$  แล้ว  $y = a^x$  เป็นฟังก์ชันเพิ่ม
- 3) ถ้า  $0 < a < 1$  แล้ว  $y = a^x$  เป็นฟังก์ชันลด
- 4) กราฟ  $y = a^x$  ไม่ตัดแกน  $x$  กล่าวได้ว่า เส้นตรง  $y = 0$  หรือแกน  $x$  เป็นเส้นกำกับแนวนอน
- 5) ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลเป็นฟังก์ชัน 1 - 1 จาก  $\mathbb{R}$  ไปทั่วถึง  $\mathbb{R}^+$
- 6) โดยสมบัติของฟังก์ชัน 1 - 1 จะได้ว่า  $a^x = a^y$  ก็ต่อเมื่อ  $x = y$

แสดงทั้งหมด >> กดไป

11. จาก pan6.gsp หน้า 10 กดถัดไป ให้นักเรียนร่วมตอบคำถาม pan6.gsp หน้า 11

The Geometer's Sketchpad - [pan6.gsp - 11]

ให้นักเรียนพิจารณาฟังก์ชันต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด

**เพิ่ม**

- (1)  $y = \left(\frac{7}{2}\right)^x$  เป็นฟังก์ชัน
- (2)  $y = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^x$  เป็นฟังก์ชัน
- (3)  $y = (3)^{-x}$  เป็นฟังก์ชัน
- (4)  $y = \left(\frac{3}{4}\right)^{-x}$  เป็นฟังก์ชัน
- (5)  $y = e^x$  เป็นฟังก์ชัน
- (6)  $y = \left(\frac{a}{a+1}\right)^x, a > 0$  เป็นฟังก์ชัน

>> กดไป



- 1) ค่า  $x$  เพิ่มขึ้น ค่า  $y$  จะเพิ่มขึ้นด้วย คือ ฟังก์ชันเพิ่ม
- 2) ค่า  $x$  จะลดลงเมื่อ  $y$  ลดลงด้วย คือ ฟังก์ชันลด
- 3) ถ้า  $a > 1$  แล้ว  $y = a^x$  เป็นฟังก์ชันเพิ่ม เช่น  $y = 2^x, y = \left(\frac{7}{2}\right)^x, y = \left(\frac{3}{4}\right)^{-x}$
- 4) ถ้า  $0 < a < 1$  แล้ว  $y = a^x$  เป็นฟังก์ชันลด เช่น  $y = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^x, y = 3^{-x}$

13. จาก pan6.gsp หน้า 11 ครูและนักเรียนอธิบายเหตุผล

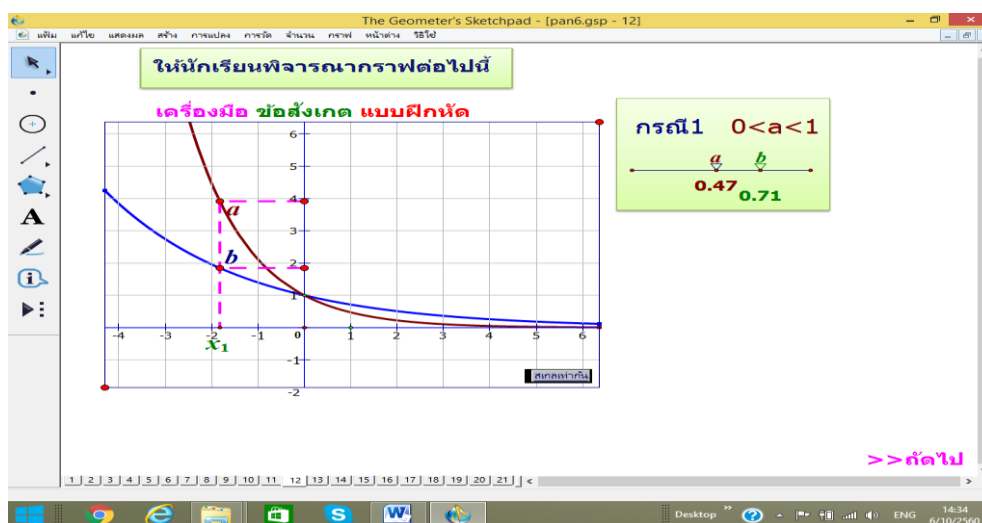
$$y = \left(\frac{7}{2}\right)^x \text{ ฟังก์ชันเพิ่ม เพราะ } \frac{7}{2} \text{ เป็นฐาน ซึ่ง } \frac{7}{2} \geq 1$$

$$y = \left(\frac{3}{4}\right)^{-x} \text{ ฟังก์ชันเพิ่ม เขียนในรูป } y = \left(\frac{4}{3}\right)^x \text{ เพราะ } \frac{4}{3} \text{ เป็นฐาน ซึ่ง } \frac{4}{3} \geq 1$$

$$y = 3^{-x} \text{ ฟังก์ชันลด เขียนในรูป } y = \left(\frac{1}{3}\right)^x \text{ เพราะ } \frac{1}{3} \text{ เป็นฐาน ซึ่ง } 0 < \frac{1}{3} < 1$$

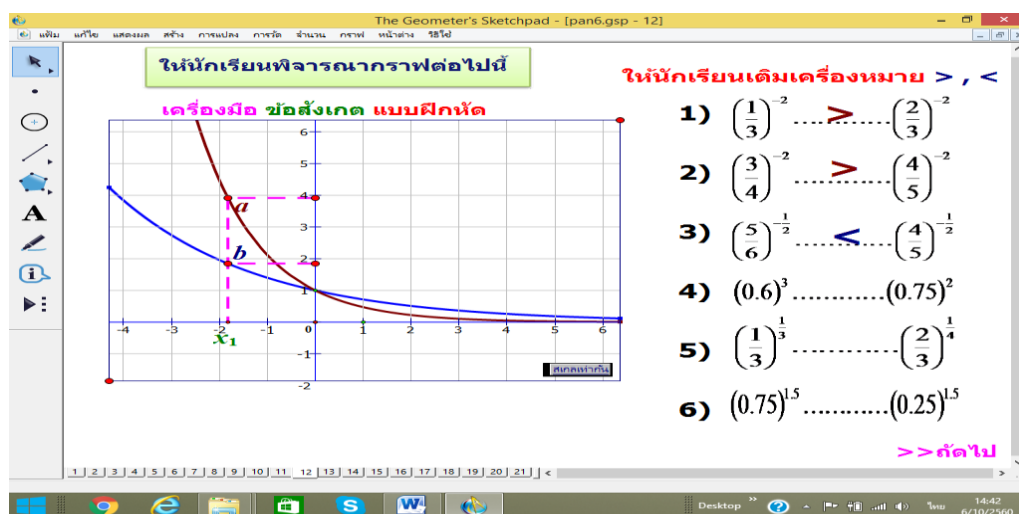
14. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1.6 ข้อ 2 และข้อ 3 ให้เวลา 10 นาที

15. จาก pan6.gsp หน้า 12 ครูปรับค่า  $a$  และ  $b$  กรณี  $0 < a < 1$  ให้นักเรียนเปรียบเทียบ กราฟตั้งรูป

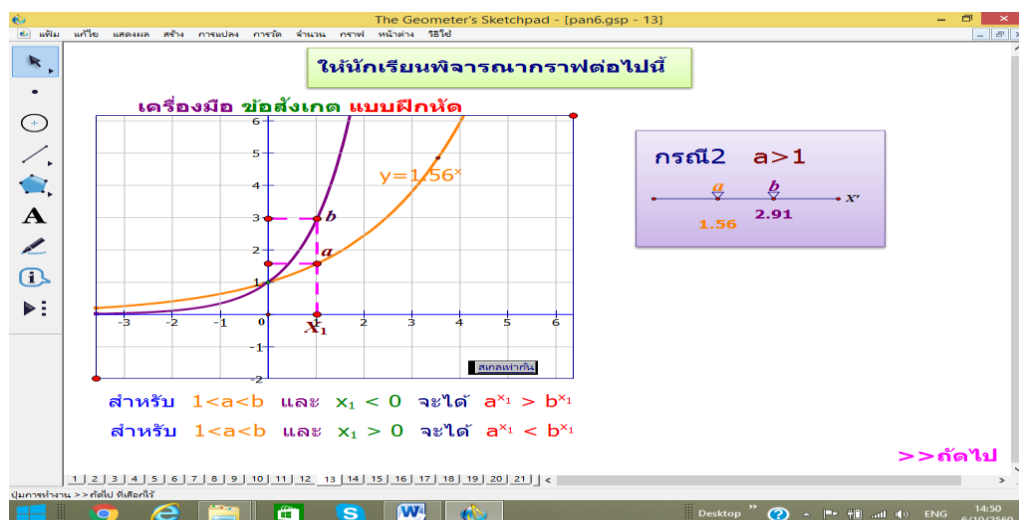


ครูกดข้อสังเกตและแบบฝึกหัดให้นักเรียนร่วมตอบคำถาม สุ่มนักเรียนออกมาเขียนบนกระดานตามรูปแบบหน้า pan6.gsp หน้า 12 ตรวจสอบคำตอบโดยกดตัวเลขข้อ 1) , 2) , 3) , 4) , 5) , 6)

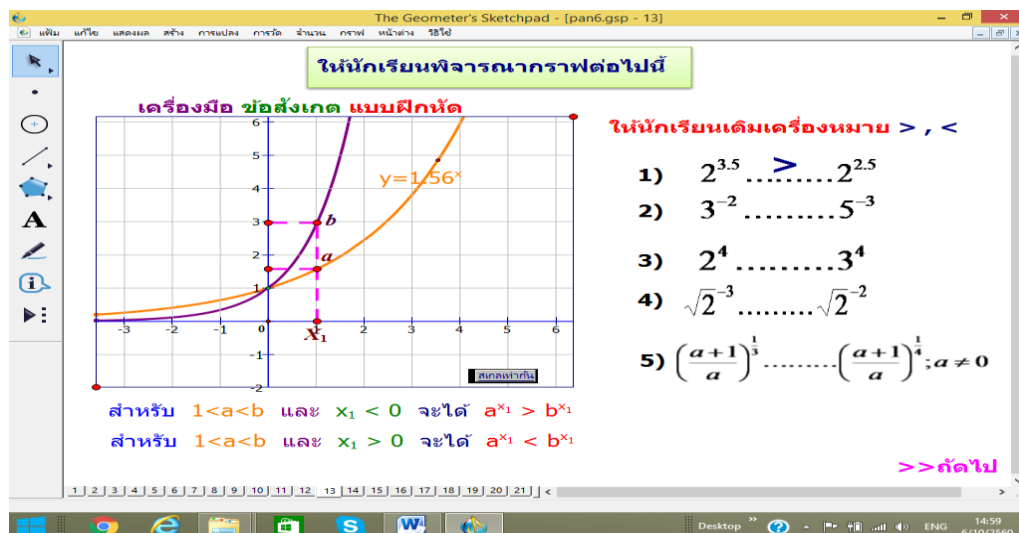




16. จาก pan6.gsp หน้า 13 ครูปรับค่า  $a$  และ  $b$  กรณี  $a \geq 1$  ให้นักเรียนเปรียบเทียบกราฟดังรูป

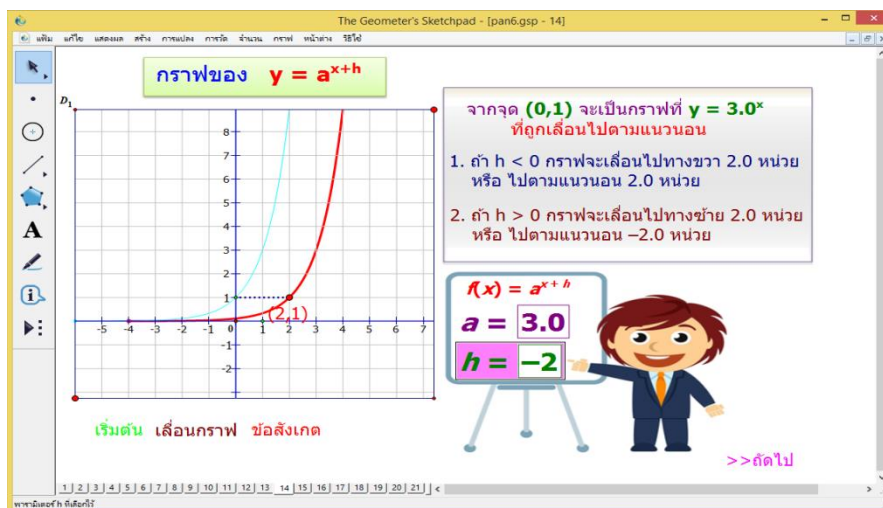
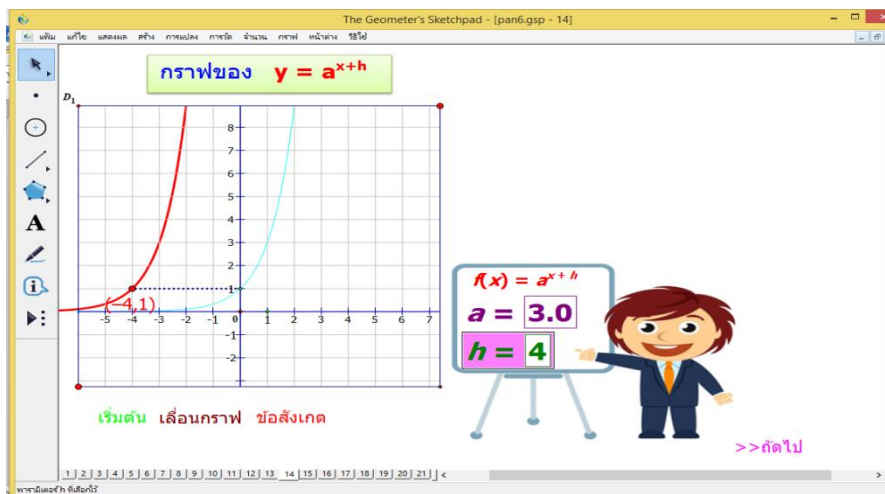


ครูกดแบบฝึกหัดให้นักเรียนตอบคำถาม ตามรูปแบบ pan6.gsp หน้า 13 ตรวจสอบคำตอบ กตตัวเลขข้อ 1) , 2) , 3) , 4) , 5)

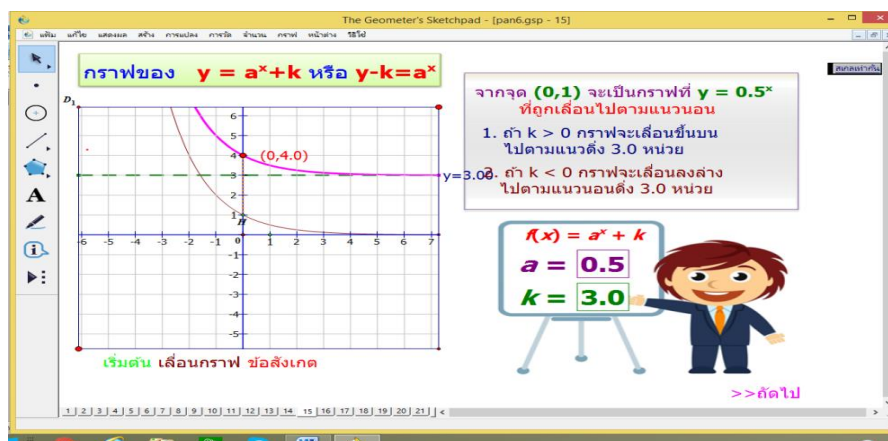


คาบที่ 3

15. ครูให้นักเรียนพิจารณารูปกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลในรูปแบบต่าง ๆ pan6.gsp หน้า 14-15 รูปแบบที่ 1  $y = a^{x+h}$  เช่น  $y = 3^x$   $y = 3^{x+4}$  และ  $y = 3^{x-2}$



รูปแบบที่ 2  $y = a^x + k$  เช่น  $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x + 3$



ครูสามารถปรับพารามิเตอร์  $a$  และ  $h$  ได้ ครูควรเลื่อนกราฟให้นักเรียนสังเกตและร่วมอธิบาย จากกราฟให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์และลักษณะที่ได้จากฟังก์ชันทั้ง 2 แบบ

กล่าวคือ เช่น  $y = 3^{x-2}$  มีการเลื่อนขนานกับกราฟ  $y = 3^x$  ตามแนวนอนทางขวา 2 หน่วย

$y = \left(\frac{1}{2}\right)^x + 3$  มีการเลื่อนขนานกับกราฟ  $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$  ขึ้นตามแนวดิ่ง 3 หน่วย

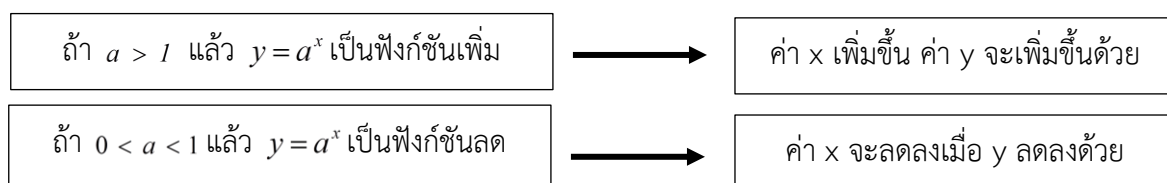
$y = 3^x - 3$  มีการเลื่อนขนานกับกราฟ  $y = 3^x$  ลงตามแนวดิ่ง 3 หน่วย

16. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยสุ่มนักเรียนออกมาร่างกราฟบนกระดานตามรูปแบบหน้า pan6.gsp หน้า 17 - 21

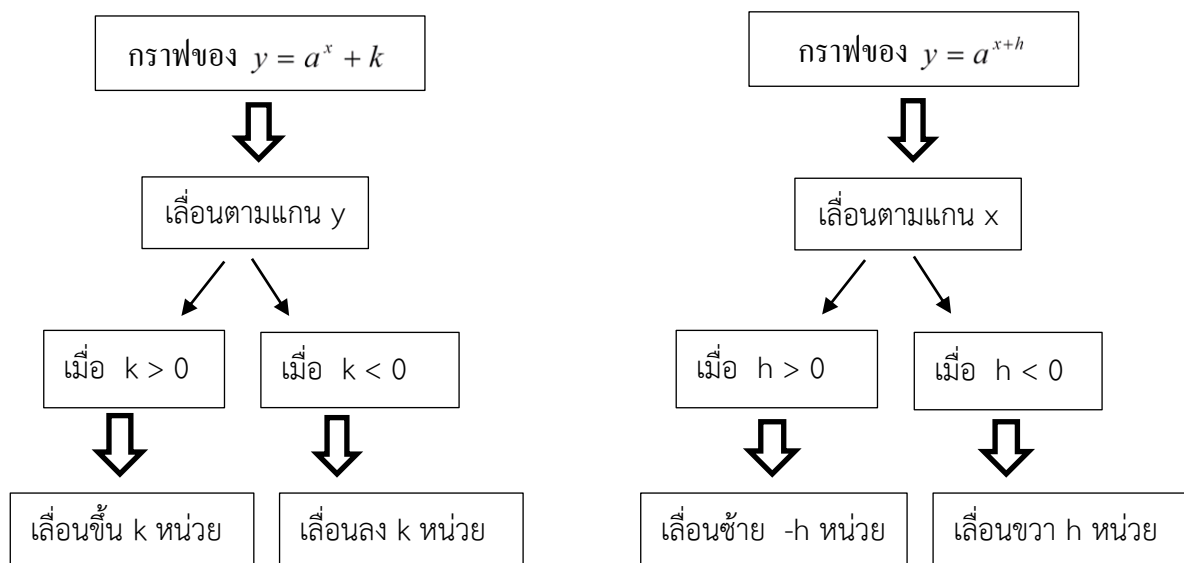
17. ครูอธิบายเพิ่มเติมจากฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลเป็นฟังก์ชัน 1-1 จาก  $\mathbb{R}$  ไปทั่วถึง  $\mathbb{R}^+$  มีสมบัติ  $a^m = a^n$  แล้ว  $m = n$  โดยครูยกตัวอย่างตามแบบวัดทักษะกระบวนการ 2- 3 ข้อ

### ขั้นสรุป

18. นักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนมาจนสามารถสรุปได้ว่า



### หลักการเลื่อนแกนของกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล





19. ครูให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการ

### สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

#### สื่อการเรียนรู้

- ใบทบทวนความรู้เรื่องเลขยกกำลัง
- pan6.GSP โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad
- ใบกิจกรรมที่ 1.6
- แบบวัดทักษะกระบวนการ
- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

#### แหล่งการเรียนรู้

- ห้องสมุดโรงเรียน
- หนังสือคู่มือวิชาคณิตศาสตร์
- เว็บไซต์ต่างๆ

กิจกรรมเสนอแนะ -

### 7. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์ผ่านการประเมิน
ด้านความรู้	ใบกิจกรรมที่ 1.6 และแบบฝึกหัด	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75
ด้านทักษะกระบวนการ	แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75

### 8. ข้อเสนอแนะ / ความคิดเห็นของผู้บริหาร/หรือผู้ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....



## บันทึกผลการสอน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

## 9. บันทึกผลหลังสอน

## 9.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 9.2 ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

## 9.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวเสาวนิตย์ อัจฉริยะ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6  
รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล



**ใบทบทวนความรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง**

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง ให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย / หน้าข้อที่ถูก และเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ผิด

ให้  $m, n$  เป็นจำนวนเต็มบวกใดๆ

..... 1)  $(\sqrt{x^2}) = x$

..... 2)  $(\sqrt{x})^2 = x$  เมื่อ  $x$  เป็นจำนวนบวก

..... 3)  $\sqrt{(x-2)^2} = x-2$

..... 4)  $(-8)^{\frac{2}{6}} = [(-8)^2]^{\frac{1}{6}} = 64^{\frac{1}{6}} = (2^6)^{\frac{1}{6}} = 2$

..... 5)  $(-8)^{\frac{2}{6}} = \sqrt[6]{(-8)^2} = \sqrt[6]{64} = 2$

..... 6) ถ้า  $a^m = a^n$  แล้ว  $m = n$  เสมอ

..... 7) ถ้า  $a^n = b^n$  แล้ว  $a = b$  เมื่อ  $a, b$  เป็นจำนวนจริงใดๆ

..... 8) ถ้า  $a$  เป็นจำนวนจริงใดๆ และ  $a \neq 0$  และ  $m, n$  เป็นจำนวนเต็ม

ดังนั้น  $(a^m)^n = a^{mn}$

..... 9) ถ้า  $a$  เป็นจำนวนจริงบวก,  $m, n$  เป็นจำนวนเป็นจำนวนจริง

ดังนั้น  $(a^m)^n = a^{mn}$

..... 10) ถ้า  $a$  เป็นจำนวนจริงบวก และ  $m, n, p$  เป็นจำนวนเต็มบวก และ  $\frac{a^m}{a^n} = a^p$

แล้ว  $m - n - p = 0$



ใบกิจกรรมที่ 1.6  
เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

สมาชิกในกลุ่ม ห้อง .....

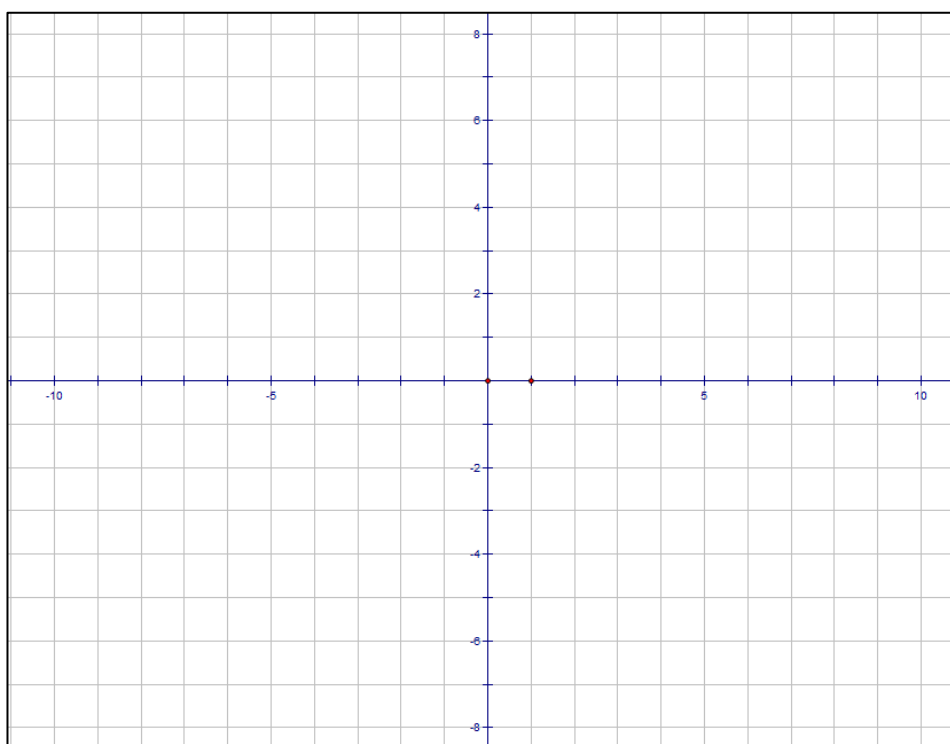
1.....เลขที่.....

2.....เลขที่.....

ข้อ 1 ให้นักเรียนหาค่าของของฟังก์ชันที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมวาดลงบนกราฟ

1.1 ฟังก์ชัน  $y = \left(\frac{3}{4}\right)^x$

x						
y						



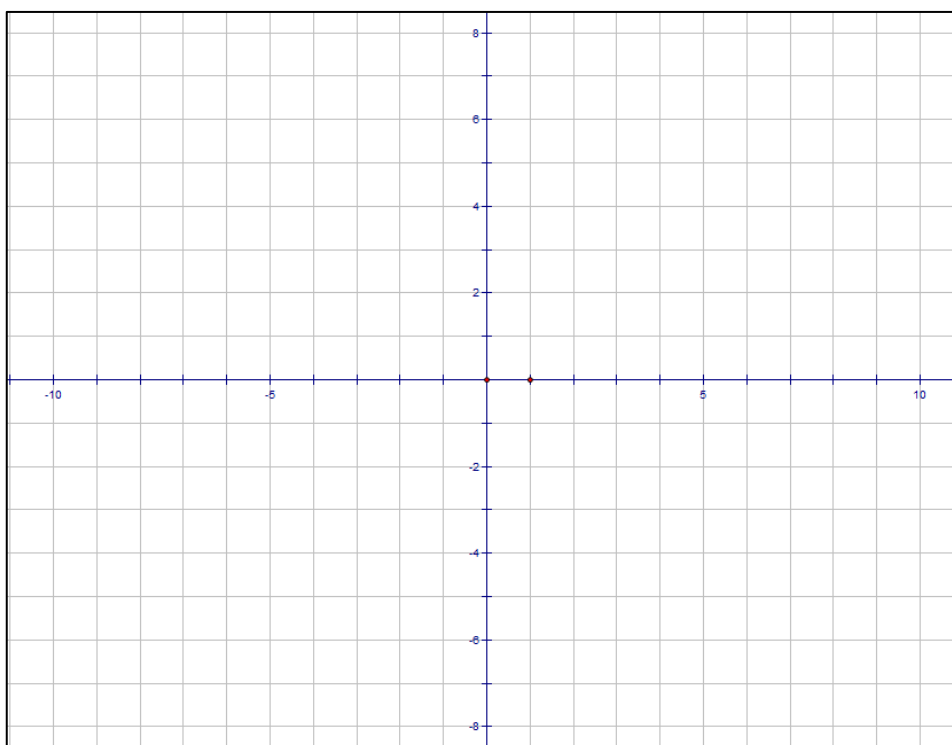
$D_f = \dots\dots\dots$

$R_f = \dots\dots\dots$



1.2 ฟังก์ชัน  $y = 3^x$

X						
y						



$D_f = \dots\dots\dots$

$R_f = \dots\dots\dots$



ข้อ 2 จงพิจารณาฟังก์ชันเลขชี้กำลังที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือฟังก์ชันลด

(1)  $y = \left(\frac{5}{7}\right)^x$  เป็นฟังก์ชัน..... (2)  $y = \sqrt{2^x}$  เป็นฟังก์ชัน.....

(3)  $y = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^x$  เป็นฟังก์ชัน..... (4)  $y = \left(\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}\right)^x$  เป็นฟังก์ชัน.....

(5)  $y = \left(\frac{1}{8}\right)^x$  เป็นฟังก์ชัน..... (6)  $y = \left(\frac{4}{3}\right)^{-x}$  เป็นฟังก์ชัน.....

(7)  $y = \left(\frac{a}{a+1}\right)^x, a > 0$  เป็นฟังก์ชัน..... (8)  $y = e^x$  เป็นฟังก์ชัน.....

(9)  $y = e^{\frac{x}{3}}$  เป็นฟังก์ชัน..... (10)  $y = \sqrt{3^{-4x}}$  เป็นฟังก์ชัน.....

ข้อ 3. กำหนด  $f(x) = 2^{-x}$  และ  $g(x) = 3^x$  จงหาค่าของข้อต่อไปนี้

(1)  $f(3) = \dots\dots\dots$  (2)  $g(-2) = \dots\dots\dots$

(3)  $f(4) + g(-2) = \dots\dots\dots$  (4)  $f(-2) + g(4) = \dots\dots\dots$

(5)  $\frac{f(3)}{g(2)} = \dots\dots\dots$  (6)  $g(f(-2)) = \dots\dots\dots$

(7)  $g \circ f(1) = \dots\dots\dots$  (8)  $f \circ g(1) = \dots\dots\dots$

(9)  $g(3) \cdot f(-2) = \dots\dots\dots$  (10)  $[g(0)]^{100} = \dots\dots\dots$



## แบบวัดทักษะกระบวนการ

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ-สกุล.....ห้อง .....เลขที่ .....

ข้อ 1 โดยอาศัยสมบัติฟังก์ชันเลขชี้กำลังเป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่งจาก  $R$  ไปทั่วถึง  $R^+$ จงหาค่าจำนวนจริง  $x$  ที่สอดคล้องกับสมการที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1)  $3^x = 3^{-2x+1}$  แล้ว  $x =$

2)  $\left(\frac{1}{3}\right)^x = 729$  แล้ว  $x =$

3)  $7^y = \left(\frac{1}{343}\right)^{-2}$  แล้ว  $x =$

4)  $\sqrt{2}^y = 4^y$  แล้ว  $x =$

5)  $9^{x+1} = 243(3^{1-2x})$  แล้ว  $x =$

ข้อ 2. จงเติมเครื่องหมาย  $>, <$  ลงในช่องว่างที่กำหนด

1)  $\left(\frac{3}{\sqrt{5}}\right)^{\frac{1}{2}}$    $\left(\frac{3}{\sqrt{5}}\right)^{\frac{1}{3}}$

2)  $\sqrt{2}^{-\frac{1}{4}}$    $\sqrt{2}^{-\frac{1}{2}}$

3)  $\sqrt{2}^{-3}$    $\sqrt{3}^{-3}$

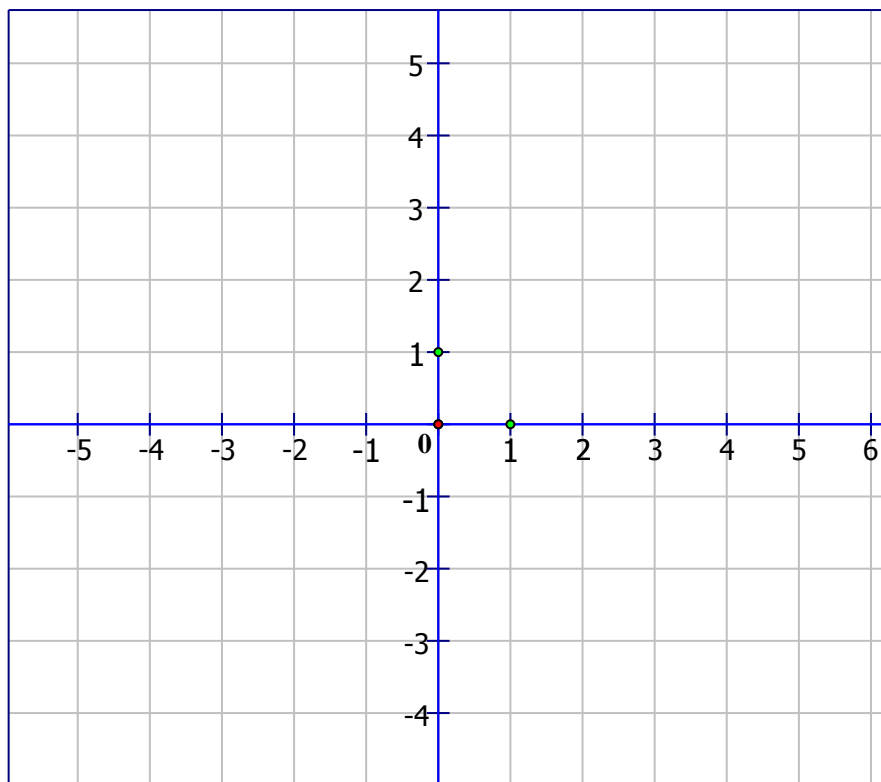
4)  $\left(\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}\right)^2$    $\left(\frac{3}{4}\right)^2$

5)  $\left(\frac{b+1}{b}\right)^{-\sqrt{2}}$    $\left(\frac{a}{a+1}\right)^{-\sqrt{2}}$  เมื่อ  $0 < a, b < 1$





ข้อ 3 ให้นักเรียนร่างกราฟ  $y = \left(\frac{2}{3}\right)^{x+2} - 3$  ลงในแบบร่างที่กำหนด



ข้อ 4 ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างต่อไปนี้

จากแบบร่างที่กำหนดเป็นกราฟที่เกิดจากการเลื่อนขนาน  $y = \left(\frac{2}{3}\right)$  จากจุด (0,1)

ตามแนวแกนนอน ..... หน่วย และตามแนวตั้ง ..... หน่วย

มีเส้นกำกับคือสมการ ..... ผ่านจุด .....

โดเมนคือ ..... เรจันคือ .....



## แบบประเมินผลงาน

### ด้านความรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

**คำชี้แจง** ครูประเมินผลงานของนักเรียนจากใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน		รวมคะแนน	เฉลี่ยร้อยละ	สรุปผล	
		1. ใบกิจกรรม	2. แบบฝึกหัด				
		10	5			15	100
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมร้อยละ 75 ขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)



แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

**คำชี้แจง** ครูสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการเรียนรู้ และกรอกคะแนนลงในแบบประเมิน

รายการประเมิน

1. แก้ปัญหา
2. การให้เหตุผล
3. การสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ

เลขที่	ข้อที่.....			ข้อที่.....			ข้อที่.....			ข้อที่.....			คะแนนรวม	คิดเป็นร้อยละ	สรุปผล			
	รายการประเมิน			รายการประเมิน			รายการประเมิน			รายการประเมิน								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)			

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมร้อยละ 75 ขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)

**รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะกระบวนการ**  
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

รายการสังเกต พฤติกรรม	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1. การแก้ปัญหา	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการ แก้ปัญหาสำเร็จอย่างมี ประสิทธิภาพตาม กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการ แก้ปัญหาสำเร็จแต่ไม่ ถูกต้องตามกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ บางส่วน	แก้ปัญหาไม่ถูกต้องและ ไม่ใช้กระบวนการทาง คณิตศาสตร์
2. การให้เหตุผล	ให้คำตอบสมเหตุสมผล มีการอ้างอิง เสนอ แนวคิดประกอบการ ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล	ให้คำตอบสมเหตุสมผล ไม่ได้ใช้วิธีการตรวจสอบ ทางคณิตศาสตร์	ให้คำตอบไม่ สมเหตุสมผล ไม่ได้ใช้ วิธีการตรวจสอบทาง คณิตศาสตร์
3. การสื่อสาร สื่อ ความหมายและการ นำเสนอ	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ที่ ถูกต้องเป็น กระชับ ชัดเจน และมีความ ละเอียดสมบูรณ์	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ถูกต้อง ชัดเจน แต่รายละเอียด ไม่สมบูรณ์	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน แต่ราย ละเอียดไม่สมบูรณ์



## แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้

### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมินผลงาน			รวม	สรุปผล	
		1. มีระเบียบวินัย	2. มีความรับผิดชอบ	3. มีความสนใจใฝ่รู้		ผ่าน	ไม่ผ่าน
		(3)	(3)	(3)			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมร้อยละ 75 ขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)



รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

รายการประเมินผลงาน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. มีระเบียบวินัย	สมุดสะอาด เรียบร้อยถูกต้อง และ ปฏิบัติตนอยู่ใน ข้อตกลงที่กำหนดให้ ร่วมกันทุกครั้ง	สมุดสะอาด เรียบร้อย และปฏิบัติตนอยู่ใน ข้อตกลงที่กำหนดให้ ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่	สมุดไม่ค่อย เรียบร้อยและปฏิบัติ ตนอยู่ในข้อตกลง เป็นบางครั้ง ต้องมี การแนะนำ
2. มีความรับผิดชอบ	รับผิดชอบและส่งงาน ตรงกับเวลาที่ มอบหมาย	ไม่ค่อยรับผิดชอบและ ส่งงานไม่ตรงกับเวลาที่ มอบหมาย	ไม่รับผิดชอบและไม่ ส่งงานเลยต้อง แนะนำตักเตือน
3. มีความสนใจใฝ่รู้	กระตือรือร้นในการ เรียน ค้นคว้าหา ความรู้เพิ่มเติม กล้า ซักถามปัญหาที่สงสัย	กระตือรือร้นในการ เรียน ค้นคว้าหาความรู้ เพิ่มเติม ไม่กล้าซักถาม ปัญหาที่สงสัย	ไม่กระตือรือร้นใน การเรียน ไม่ค้นคว้า หาความรู้เพิ่มเติม ไม่กล้าซักถาม ปัญหาที่สงสัย



แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ	แผนที่ 1 : เรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม
วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค 32203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	หน่วยการเรียนรู้เรื่อง : ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 2 คาบ เวลา 110 นาที
สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....	

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

- มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน
- มาตรฐาน ค 5.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ  
ความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทาง  
คณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่ม  
สร้างสรรค์

### 2. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด

การยกกำลัง คือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่ง การศึกษาเรื่องเลขยกกำลังสามารถนำไปใช้ในฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมได้ นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาคณิตศาสตร์ชั้นสูง และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

- นักเรียนสามารถนำสมบัติของเลขยกกำลังไปใช้ได้

ด้านทักษะและกระบวนการ

- การแก้ปัญหา
- การให้เหตุผล
- การสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีระเบียบวินัย
- มีความรับผิดชอบ
- มีความสนใจใฝ่เรียนรู้



## 4. สารการเรียนรู้

ข้อกำหนด เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวก

บทนิยาม 1 ถ้า  $a$  เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวกแล้ว

$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \cdots \times a}_{n \text{ ตัว}}$$

เรียก  $a$  ว่า ฐาน (base)

เรียก  $n$  ว่า เลขชี้กำลัง (exponent)

เรียก  $a^n$  ว่า เลขยกกำลัง (power)

ตัวอย่างที่ 1 (Example 1)

$$(1) \quad 2^5 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 32$$

$$(2) \quad (-3)^4 = (-3) (-3) (-3) (-3) = 81$$

$$(3) \quad x^4 = x \cdot x \cdot x \cdot x$$

ทฤษฎีบท 1 ถ้า  $a, b$  เป็นจำนวนจริงที่ไม่เป็น 0 และ  $m, n$  เป็นจำนวนเต็มบวกจะได้

$$1. \quad a^m \cdot a^n = a^{m+n}$$

$$2. \quad (a^m)^n = a^{mn}$$

$$3. \quad (ab)^n = a^n b^n$$

$$4. \quad \left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$$

$$5. \quad \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

ข้อกำหนด เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มศูนย์และจำนวนเต็มลบ

บทนิยาม 2  $a^0 = 1$  เมื่อ  $a$  เป็นจำนวนจริง และ  $a \neq 0$

หมายเหตุ เราไม่นิยาม  $0^0$  (รูปแบบที่ยังไม่กำหนด)

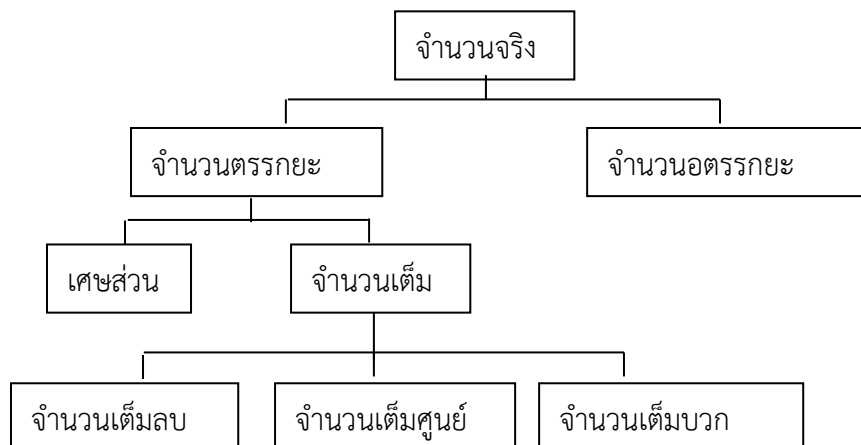
5. กิจกร บทนิยาม 3  $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$  เมื่อ  $a$  เป็นจำนวนจริง และ  $a \neq 0$  และ  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวก





### ขั้นนำ

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับระบบจำนวน โดยใช้การถามตอบเพื่อให้นักเรียนบอกได้ว่า



จากนั้นครูยกตัวอย่างจำนวน แล้วให้นักเรียนหาค่า เช่น

$$(1) \quad 2^5 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 32$$

$$(2) \quad (-3)^4 = (-3) (-3) (-3) (-3) = 81$$

$$(3) \quad x^4 = x \cdot x \cdot x \cdot x$$

### ขั้นสอน

2. ครูให้นักเรียนพิจารณาตัวอย่างในขั้นนำ

3. ครูยกตัวอย่างเพิ่มเติม เช่น

$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$$

ครูอธิบายนักเรียนว่า จำนวนข้างต้นเรียกว่า **เลขยกกำลัง** โดยมีนิยามว่า ถ้า  $a$  เป็นจำนวนจริง และ  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวกแล้ว

$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}} \quad \text{โดย เรียก } a^n \text{ ว่า เลขยกกำลัง มี } a \text{ ว่า "ฐาน"}$$

และ  $n$  เป็น เลขชี้กำลัง และ

$$a^0 = 1 \quad \text{เมื่อ } a \neq 0$$

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n} \quad \text{เมื่อ } a \neq 0$$

4. ครูยกตัวอย่างการคูณและการหารเลขยกกำลัง เช่น

$$1) \quad 3^2 \cdot 3^3$$

$$2) \quad (2^3)^2$$



3)  $(3.4)^2$

4)  $\left(\frac{1}{2}\right)^2$

5)  $\frac{3^4}{4^2}$

ให้นักเรียนหาคำตอบโดยคำนวณตามหลักการคูณและหารจำนวน จริงโดยปกติ หลังจากนั้นครูแนะนำว่าในการคูณและหารเลขยกกำลังสามารถทำได้สะดวกขึ้นโดยใช้สมบัติของเลขยกกำลังตามทฤษฎีบท 1 ครูอธิบายสมบัติของเลขยกกำลังตามทฤษฎีบท 1 ดังต่อไปนี้

**ทฤษฎีบท 1** ถ้า  $a, b$  เป็นจำนวนจริงที่ไม่เป็น 0 และ  $m, n$  เป็นจำนวนเต็มบวกจะได้

1.  $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$

2.  $(a^m)^n = a^{mn}$

3.  $(ab)^n = a^n b^n$

4.  $\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$

5.  $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$

5. ครูยกตัวอย่างการทำจำนวนให้อยู่ในรูปอย่างง่ายโดยใช้สมบัติของเลขยกกำลังบนกระดาน

ตัวอย่างที่ 2 (Example 2)

(1)  $10^3 \cdot 10^{-4} = 10^{3+(-4)} = 10^{-1} = \frac{1}{10}$

(2)  $(3^{-2})^3 = 3^{(-2)(3)} = 3^{-6} = \frac{1}{3^6} = \frac{1}{729}$

(3) ถ้า  $x \neq 0$  แล้ว  $x \cdot x^{-1} = x^{1+(-1)} = x^0 = 1$

(4)  $(2x^{\frac{1}{2}})^2 = 2^2(x^{\frac{1}{2}})^2 = 4x^{(\frac{1}{2})^2} = 4x$

ตัวอย่างที่ 3 (Example 3) จงทำเป็นรูปอย่างง่ายและมีเลขชี้กำลังเป็นบวก

(1)  $\frac{x^5 y^3 z^7}{x^2 z^9 y^2}$

แนวคิด จะได้

$$\begin{aligned} \frac{x^5 y^3 z^7}{x^2 z^9 y^2} &= x^5 y^3 z^7 x^{-2} z^{-9} y^{-2} \\ &= x^{5-2} y^{3-2} z^{7-9} \\ &= x^3 \cdot y \cdot z^{-2} \\ &= \frac{x^3 \cdot y}{z^2} \end{aligned}$$



$$(2) \frac{a^{n-1}a^{2n}}{a^{n+1}}$$

แนวคิด

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad \frac{a^{n-1}a^{2n}}{a^{n+1}} &= a^{n-1}a^{2n} \cdot a^{-(n+1)} \\ &= a^{n-1}a^{2n}a^{-n-1} \\ &= a^{n-1+2n+(-n)+(-1)} \\ &= a^{n-1+2n-n-1} \\ &= a^{n+2n-n-1-1} \\ &= a^{2n-2} \\ &= \frac{a^{2n}}{a^2} \end{aligned}$$

$$(3) \frac{4(2x^3y^4)^2(4x^3)^0}{(4xy^2)^3}$$

แนวคิด

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad \frac{4(2x^3y^4)^2(4x^3)^0}{(4xy^2)^3} &= \frac{4(2^2x^{3 \cdot 2}y^{4 \cdot 2})(4^0x^{3 \cdot 0})}{4^3x^3y^{2 \cdot 3}} \\ &= \frac{4 \cdot 4x^6y^8(1)}{4^3x^3y^6} \\ &= 4^2x^6y^8 \cdot 4^{-3}x^{-3}y^{-6} \\ &= 4^{2-3}x^{6-3}y^{8-6} \\ &= 4^{-1}x^3y^2 \\ &= \frac{x^3y^2}{4} \end{aligned}$$

6. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 2 คนให้ทำใบกิจกรรมที่ 1.1 โดยใช้เวลา 20 นาที แล้วครูเฉลยคำตอบ บนกระดาน

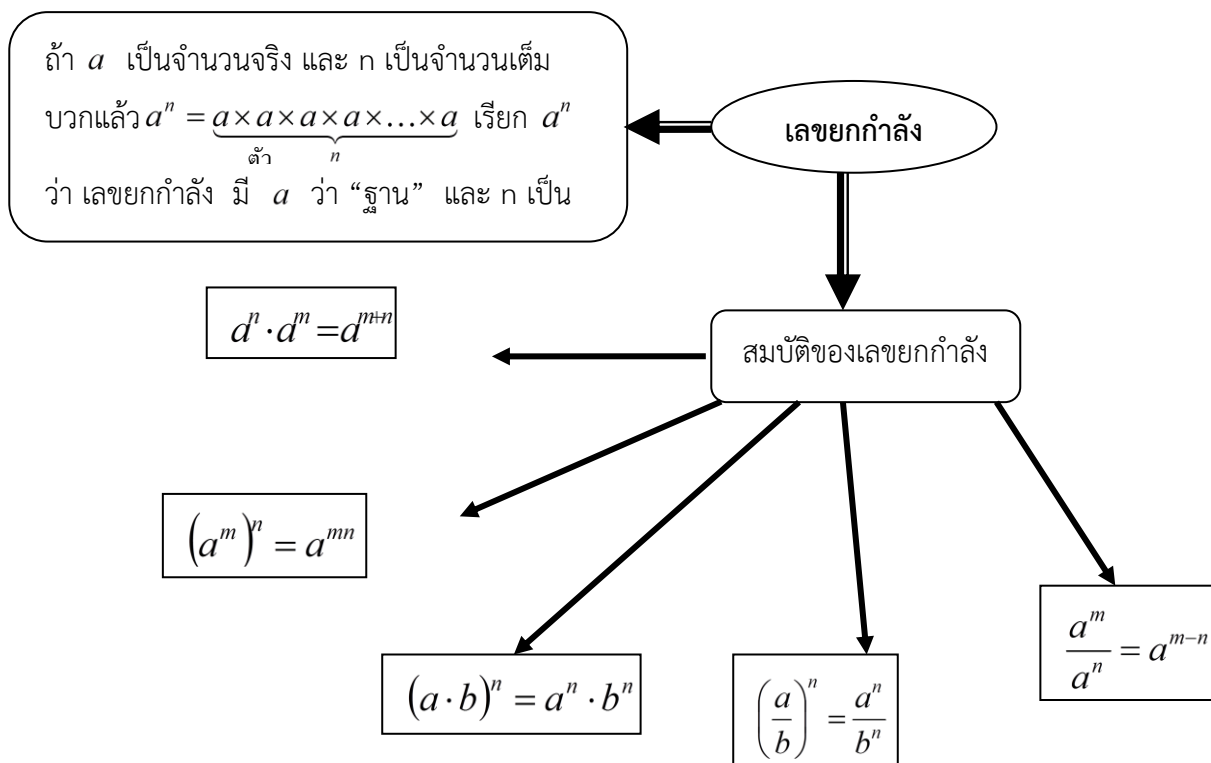
7. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบวัดทักษะกระบวนการส่งในคาบเรียน

8. ครูให้นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกหัดกิจกรรม ในหนังสือคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ม. 5 เล่มที่ 3 หน้า 3-5 เป็นการบ้าน



### ขั้นสรุป

8. นักเรียนช่วยกันสรุป เรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม จนได้ว่า



### 6. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

#### สื่อการเรียนรู้

- ใบกิจกรรมที่ 1.1
- แบบวัดทักษะกระบวนการ
- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551)

#### แหล่งการเรียนรู้

- ห้องสมุดโรงเรียน
- หนังสือคู่มือวิชาคณิตศาสตร์
- เว็บไซต์ต่างๆ

#### กิจกรรมเสนอแนะ -

- กิจกรรมส่งเสริมการคิดเชิงวิเคราะห์
- ขึ้นรวบรวมข้อมูล



ครูมอบหมายให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 ไปค้นคว้าโจทย์เกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม กลุ่มละ 3 ข้อ

- ชั้นวิเคราะห์

ให้แต่ละกลุ่ม แสดงแนวคิดให้ได้หลากหลายวิธีที่สุด

- ชั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแนวคิด จากนั้นสรุปเป็นความรู้ร่วมกัน

- ชั้นประยุกต์ใช้

ครูคัดเลือกโจทย์ที่น่าสนใจมาติดบอร์ดหน้าชั้นเรียน

## 7. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์ผ่านการประเมิน
ด้านความรู้	ใบกิจกรรมที่ 1.1 และแบบฝึกหัด	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75
ด้านทักษะกระบวนการ	แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75

## 8. ข้อเสนอแนะ / ความคิดเห็นของผู้บริหาร/หรือผู้ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....



## บันทึกผลการสอน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

---

## 9. บันทึกผลหลังสอน

## 9.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 9.2 ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

## 9.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวเสาวนิตย์ อัจฉริยะ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1  
รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม



### ใบกิจกรรมที่ 1.1

#### เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

สมาชิกในกลุ่ม ห้อง .....

1.....เลขที่.....

2.....เลขที่.....

ข้อ 1 จงทำให้เป็นรูปอย่างง่ายและมีเลขชี้กำลังเป็นบวก

$$1. \left( \frac{3^2 \cdot 3^{-3}}{3^6} \right)^3 = \dots\dots\dots$$

$$2. \left( \frac{4^0 \cdot 4^5}{4^7} \right)^3 = \dots\dots\dots$$

$$3. \frac{2^{-3} 3^{-5}}{3^{-5} 2^0} = \dots\dots\dots$$

$$4. \frac{5^3 \times 21^2}{35 \times 3^{-1}} = \dots\dots\dots$$

ข้อ 2 กำหนดให้  $a, b, c, x, y, z$  เป็นจำนวนจริงที่ไม่เท่ากับ 0 และ  $m, n$  เป็นจำนวนเต็ม  
จงทำให้เป็นรูปอย่างง่ายและมีเลขชี้กำลังเป็นบวก

$$1. (x^m)^n (x^m)^{-n} = \dots\dots\dots$$

$$2. (a^2 b^{-3} c^{-5})(a^{-2} b^3 c^8) = \dots\dots\dots$$

$$3. \left( \frac{1}{2} a^{-3} b^2 \right)^{-4} = \dots\dots\dots$$

$$4. \left( \frac{x^{-5} y^4}{x^2 y^{-2}} \right)^2 \left( \frac{x^4 y^{-5}}{x^3 y^{-7}} \right)^{-3} = \dots\dots\dots$$

$$5. \left( \frac{x}{y} \right)^3 \left( -\frac{2x}{3} \right)^{-2} \left( -\frac{y}{x} \right)^{-3} = \dots\dots\dots$$





## เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1

### เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

ข้อ 1 จงทำให้เป็นรูปอย่างง่ายและมีเลขชี้กำลังเป็นบวก

$$\begin{aligned}
 1. \quad \left(\frac{3^2 \cdot 3^{-3}}{3^6}\right)^3 &= \frac{(3^2)^3 \cdot (3^{-3})^3}{(3^6)^3} = \frac{3^6 \cdot 3^{-9}}{3^{18}} = \frac{3^{6+(-9)}}{3^{18}} = 3^{-3-18} = 3^{-21} = \frac{1}{21} \\
 2. \quad \left(\frac{4^0 \cdot 4^5}{4^7}\right)^3 &= \left(\frac{1 \cdot 4^5}{4^7}\right)^3 = (4^{5-7})^3 = (4^{-2})^3 = 4^{-6} = \frac{1}{4^6} \\
 3. \quad \frac{2^3 3^{-5}}{3^{-5} 2^0} &= \frac{2^3 3^{-5}}{3^{-5} 1} = 2^3 \times 3^{-5-(-5)} = 2^3 = 8 \\
 4. \quad \frac{5^3 \times 21^2}{35 \times 3^{-1}} &= \frac{5^3 \times (7 \times 3)^2 \times 3}{(7 \times 5)} = \frac{5^{3-1} \times 7^2 \times 3^2 \times 3}{7 \times 5} = 5^2 \times 7 \times 3^3 = 4,725
 \end{aligned}$$

ข้อ 2 กำหนดให้  $a, b, c, x, y, z$  เป็นจำนวนจริงที่ไม่เท่ากับ 0 และ  $m, n$  เป็นจำนวนเต็ม  
จงทำให้เป็นรูปอย่างง่ายและมีเลขชี้กำลังเป็นบวก

$$\begin{aligned}
 1. \quad (x^m)^n (x^m)^{-n} &= (x^{mn})(x^{-mn}) = x^{mn+(-mn)} = x^0 = 1 \\
 2. \quad (a^2 b^{-3} c^{-5})(a^{-2} b^3 c^8) &= a^0 b^0 c^3 = c^3 \\
 3. \quad \left(\frac{1}{2} a^{-3} b^2\right)^{-4} &= 2^4 a^{12} b^{-8} = \frac{2^4 a^{12}}{b^8} \\
 4. \quad \left(\frac{x^{-5} y^4}{x^2 y^{-2}}\right)^2 \left(\frac{x^4 y^{-5}}{x^3 y^{-7}}\right)^{-3} &= \left(\frac{x^{-10} y^8}{x^4 y^{-4}}\right) \left(\frac{x^{-12} y^{15}}{x^{-9} y^{21}}\right) = (x^{-10-4} y^{8+4})(x^{-12+9} y^{15-21}) \\
 &= (x^{-14} y^{12})(x^{-3} y^{-6}) = x^{-17} y^6 = \frac{y^6}{x^{17}} \\
 5. \quad \left(\frac{x}{y}\right)^3 \left(-\frac{2x}{3}\right)^{-2} \left(-\frac{y}{x}\right)^{-3} &= \left(\frac{x^3}{y^3}\right) \left(\frac{3^2}{2^2 x^2}\right) \left(-\frac{x^3}{y^3}\right) = -\frac{9x^4}{4y^6}
 \end{aligned}$$



## แบบวัดทักษะกระบวนการ

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

ข้อ 1 กำหนด  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวกในแต่ละข้อ จงเขียนให้เป็นรูปอย่างง่าย

$$\frac{5 \cdot 3^n - 9 \cdot 3^{n-2}}{3^n - 3^{n-1}}$$

แนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 2 กำหนด  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวกในแต่ละข้อ จงเขียนให้เป็นรูปอย่างง่าย

$$\frac{9^{-n+2} \times 3^{2n+1} \times 81^{n+1}}{3^{4n+4}}$$

แนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 3 ถ้า  $2^{a-5} \cdot 3^{4+c} = (72)2^{5-b}$  แล้ว  $a+b+c$  มีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### เฉลยแบบวัดทักษะกระบวนการ

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

ข้อ 1 กำหนด  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวกในแต่ละข้อ จงเขียนให้เป็นรูปอย่างง่าย

$$\begin{aligned} \frac{5 \cdot 3^n - 9 \cdot 3^{n-2}}{3^n - 3^{n-1}} & \\ \text{แนวคิด} &= \frac{5 \cdot 3^n - 3^2 \cdot 3^{n-2}}{3^n - 3^{n-1}} \\ &= \frac{5 \cdot 3^n - 3^2 \cdot 3^n \cdot 3^{-2}}{3^n - 3^n \cdot 3^{-1}} \\ &= \frac{5 \cdot 3^n - 3^n}{3^n - 3^n \cdot \frac{1}{3}} \\ &= \frac{3^n (5 - 1)}{3^n \left(1 - \frac{1}{3}\right)} \\ &= \frac{4}{\frac{2}{3}} \\ &= 4 \cdot \frac{3}{2} = 6 \end{aligned}$$

ข้อ 2 กำหนด  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวกในแต่ละข้อ จงเขียนให้เป็นรูปอย่างง่าย

$$\frac{9^{-n+2} \times 3^{2n+1} \times 81^{n+1}}{3^{4n+4}} = 3^5 = 243$$

ข้อ 3 ถ้า  $2^{a-5} \cdot 3^{4+c} = (72)2^{5-b}$  แล้ว  $a+b+c$  มีค่าเท่าใด

**แนวคิด** พยายามแยกตัวประกอบ ทำฐานให้เท่ากันแล้วใช้สมบัติ

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } 2^{a-5} \cdot 3^{4+c} &= (2^3 \cdot 3^2) 2^{5-b} \\ 2^{a-5} \cdot 3^{4+c} &= 2^{8-b} \cdot 3^2 \\ \text{ดังนั้น } a-5 &= 8-b \\ a+b &= 13 \\ \text{และ } 4+c &= 2 \\ c &= -2 \\ \therefore a+b+c &= 11 \end{aligned}$$



## แบบประเมินผลงาน

### ด้านความรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

---

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

**คำชี้แจง** ครูประเมินผลงานของนักเรียนจากใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน		รวมคะแนน	เฉลี่ยร้อยละ	สรุปผล	
		1. ใบกิจกรรม	2. แบบฝึกหัด				
		10	5			15	100
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมร้อยละ 75 ขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)



**แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ**

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

**คำชี้แจง** ครูสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการเรียนรู้ และกรอกคะแนนลงในแบบประเมินรายการประเมิน

1. แก้ปัญหา
2. การให้เหตุผล
3. การสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ

เลขที่	ข้อที่.....			ข้อที่.....			ข้อที่.....			ข้อที่.....			คะแนนรวม	คิดเป็นร้อยละ	สรุปผล
	รายการประเมิน			รายการประเมิน			รายการประเมิน			รายการประเมิน					
	1 (3)	2 (3)	3 (3)	1 (3)	2 (3)	3 (3)	1 (3)	2 (3)	3 (3)	1 (3)	2 (3)	3 (3)			

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมร้อยละ 75 ขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)



รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะกระบวนการ  
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

รายการสังเกต พฤติกรรม	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1. การแก้ปัญหา	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการ แก้ปัญหาสำเร็จอย่างมี ประสิทธิภาพตาม กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการ แก้ปัญหาสำเร็จแต่ไม่ ถูกต้องตามกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ บางส่วน	แก้ปัญหาไม่ถูกต้องและ ไม่ใช้กระบวนการทาง คณิตศาสตร์
2. การให้เหตุผล	ให้คำตอบสมเหตุสมผล มีการอ้างอิง เสนอ แนวคิดประกอบการ ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล	ให้คำตอบสมเหตุสมผล ไม่ได้ใช้วิธีการตรวจสอบ ทางคณิตศาสตร์	ให้คำตอบไม่ สมเหตุสมผล ไม่ได้ใช้ วิธีการตรวจสอบทาง คณิตศาสตร์
3. การสื่อสาร สื่อ ความหมายและการ นำเสนอ	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ที่ ถูกต้องเป็น กระชับ ชัดเจน และมีความ ละเอียดสมบูรณ์	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ถูกต้อง ชัดเจน แต่รายละเอียด ไม่สมบูรณ์	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน แต่ราย ละเอียดไม่สมบูรณ์



แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมินผลงาน			รวม	สรุปผล	
		1. มีระเบียบวินัย	2. มีความรับผิดชอบ	3. มีความสนใจใฝ่รู้		ผ่าน	ไม่ผ่าน
		(3)	(3)	(3)			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมร้อยละ 75 ขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)



รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 32203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

รายการประเมินผลงาน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. มีระเบียบวินัย	สมุดสะอาด เรียบร้อยถูกต้อง และ ปฏิบัติตนอยู่ใน ข้อตกลงที่กำหนดให้ ร่วมกันทุกครั้ง	สมุดสะอาด เรียบร้อย และปฏิบัติตนอยู่ใน ข้อตกลงที่กำหนดให้ ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่	สมุดไม่ค่อย เรียบร้อยและปฏิบัติ ตนอยู่ในข้อตกลง เป็นบางครั้ง ต้องมี การแนะนำ
2. มีความรับผิดชอบ	รับผิดชอบและส่งงาน ตรงกับเวลาที่ มอบหมาย	ไม่ค่อยรับผิดชอบและ ส่งงานไม่ตรงกับเวลาที่ มอบหมาย	ไม่รับผิดชอบและไม่ ส่งงานเลยต้อง แนะนำตักเตือน
3. มีความสนใจใฝ่รู้	กระตือรือร้นในการ เรียน ค้นคว้าหา ความรู้เพิ่มเติม กล้า ซักถามปัญหาที่สงสัย	กระตือรือร้นในการ เรียน ค้นคว้าหาความรู้ เพิ่มเติม ไม่กล้าซักถาม ปัญหาที่สงสัย	ไม่กระตือรือร้นใน การเรียน ไม่ค้นคว้า หาความรู้เพิ่มเติม ไม่กล้าซักถาม ปัญหาที่สงสัย





ภาคผนวก ข  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
แบบวัดความพึงพอใจ



แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

**คำชี้แจง** แบบทดสอบมีทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ คะแนน 30 คะแนน ใช้เวลา 2 คาบ

**จุดประสงค์ที่ 1** นักเรียนสามารถนำสมบัติของเลขยกกำลังไปใช้ได้

1. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุด

ก. ถ้า  $a > 0$  แล้ว  $a^2 > a$

ข. ถ้า  $a^m = b^m$  แล้ว  $a = b$

ค.  $\frac{a^m}{a^n} = a^p$  แล้ว  $m - n - p = 0$

ง.  $\frac{a^m}{a^{-n}} = a^{m-n}$

2. จงพิจารณาว่า  $\left(\frac{x^{-5}y^4}{x^2y^{-2}}\right)^2 \left(\frac{x^4y^{-5}}{x^3y^{-7}}\right)^{-3}$  มีค่าเท่ากับข้อใด

ก.  $x^{17}y^6$

ข.  $x^{11}y^{40}$

ค.  $\frac{x^2}{y^{21}}$

ง.  $\frac{y^6}{x^{17}}$

**จุดประสงค์ที่ 2** หาผลบวก ผลต่าง ผลคูณและผลหารเลขยกกำลังและรูปเครื่องหมายกรณฑ์ได้

3. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

ก.  $\sqrt{12} + \sqrt{27} - \sqrt{48} = \sqrt{3}$

ข.  $4\sqrt{63} + \sqrt{175} - 8\sqrt{28} = \sqrt{7}$

ค.  $\sqrt[3]{54} - \sqrt[3]{-128} + \sqrt[3]{432} = 5\sqrt[3]{2}$

ง.  $\sqrt[3]{81} + \sqrt[3]{-375} + \sqrt[3]{-192} = -6\sqrt[3]{3}$

4. ผลสำเร็จของ  $\frac{\sqrt[3]{16a^8b^{-5}}}{\sqrt[3]{2a^2b^{-2}}}$  ตรงกับข้อใด

ก.  $\frac{2a^2}{b}$

ข.  $\frac{2a\sqrt{a}}{b}$

ค.  $2\sqrt{a^4} \sqrt{b^3}$

ง.  $\frac{2\sqrt{a}}{\sqrt{b^3}}$

5. ถ้า  $x = \frac{\sqrt{7} + \sqrt{5}}{\sqrt{7} - \sqrt{5}}$  และ  $y = \frac{\sqrt{7} - \sqrt{5}}{\sqrt{7} + \sqrt{5}}$  แล้ว  $x^2 - 2xy + y^2$  ตรงกับข้อใด

ก. 64

ข. 120

ค. 140

ง. 144



จุดประสงค์ที่ 3 หารูปอย่างง่ายของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะได้

6. จงพิจารณาว่ารูปอย่างง่าย  $\left(\frac{64x^{-1}y^6}{x^0y^{\frac{3}{2}}}\right)^{-\frac{1}{6}}$  ตรงกับข้อใด

ก.  $\frac{8x^{\frac{1}{3}}}{y^2}$       ข.  $\frac{x^{\frac{1}{3}}}{8y^4}$       ค.  $\frac{2x^{\frac{1}{3}}}{y^2}$       ง.  $\frac{x^{\frac{1}{6}}}{2y^4}$

7. จงพิจารณาว่ารูปอย่างง่าย  $2x^{\frac{-1}{2}}\left(3x^{\frac{-1}{3}}\right)^{-2}$  ตรงกับข้อใด

ก.  $\frac{2x^{\frac{1}{6}}}{9}$       ข.  $6x^{\frac{1}{6}}$       ค.  $18x^{\frac{1}{6}}$       ง.  $\frac{x^{\frac{1}{5}}}{7}$

จุดประสงค์ที่ 4 หารากที่สองของจำนวนที่อยู่ในรูป  $x+2\sqrt{y}$  ได้

8. รากที่สองของ  $22-2\sqrt{72}$  ตรงกับข้อใด

ก.  $\pm(3\sqrt{2}-2)$       ข.  $\pm(\sqrt{8}-3)$   
ค.  $\pm(\sqrt{18}-\sqrt{3})$       ง.  $\pm(2-3\sqrt{2})$

9. ผลสำเร็จ  $\sqrt{27}+\sqrt{8}+\sqrt{17-12\sqrt{2}}-\sqrt{28-6\sqrt{3}}$  ตรงกับข้อใด

ก. 2      ข. 4      ค.  $3+2\sqrt{3}$       ง. 6

จุดประสงค์ที่ 5 แก่สมการที่อยู่ในรูปเครื่องหมายที่ได้

10. สมการต่อไปนี้ไม่มีรากในระบบจำนวนจริงยกเว้นข้อใด

ก.  $\sqrt{x-3}=\sqrt{x}-3$       ข.  $\sqrt{x-4}+\sqrt{x-8}=2$   
ค.  $\sqrt{x+1}-\sqrt{x}=2$       ง.  $\sqrt{x+12}+\sqrt{x}=2$

11. เซตคำตอบของสมการ  $\sqrt{x+9}+11=x$  ตรงกับข้อใด

ก.  $\{16\}$       ข.  $\{7, 16\}$       ค.  $\{-7, 16\}$       ง.  $\{7\}$

จุดประสงค์ที่ 6 บอกความหมายของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้

12. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

ก.  $y=\left(\frac{3}{4}\right)^{-x}$  ฟังก์ชันเพิ่ม      ข.  $y=\left(\frac{3}{2}\right)^{\frac{x}{3}}$  ฟังก์ชันเพิ่ม  
ค.  $y=\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^{x+1}$  ฟังก์ชันลด      ง.  $y=\sqrt{2}^{x-2}$  ฟังก์ชันเพิ่ม



จุดประสงค์ที่ 7 เขียนกราฟและแปลความหมายของฟังก์ชันที่กำหนดให้ได้

13. กราฟของสมการในข้อใดไม่ตัดแกน  $x$

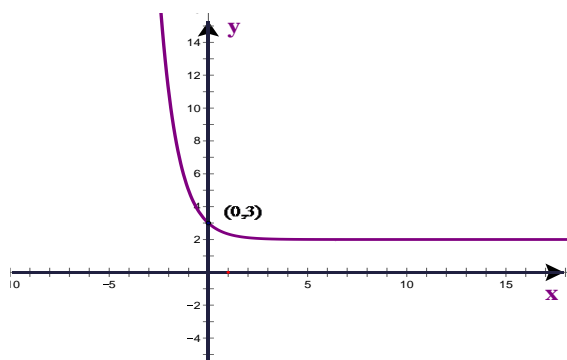
ก.  $y = 3^{\frac{x}{2}-2}$

ข.  $y + 3 = 4^x$

ค.  $y = 5 \cdot 2^x - 2$

ง.  $y = -(3)^x + 2$

14. กราฟที่กำหนดตรงกับฟังก์ชันในข้อใด



ก.  $y = 3^{x-1}$

ข.  $y - 2 = 3^{-x}$

ค.  $y - 1 = \left(\frac{1}{3}\right)^x$

ง.  $y - 2 = 3^{-x-1}$

จุดประสงค์ที่ 8 แก้สมการและอสมการเอกซ์โพเนนเชียลได้

15. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ข้อ 1 เซตคำตอบของสมการ  $2^{2x+1} - 3(2^x) + 1 = 0$  เป็นสับเซตของ  $(-3, 1]$

ข้อ 2 เซตคำตอบของอสมการ  $\left(\frac{2}{3}\right)^{x^2-2x} < \frac{8}{27}$  เป็นสับเซตของ  $(-1, 3)$

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ถูก

ข. ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ผิด

ค. ข้อ 1 ผิด ข้อ 2 ถูก

ง. ข้อ 1 ผิด ข้อ 2 ผิด

16. ผลบวกของคำตอบสมการ  $4(16^x + 16^{-x}) = 17$  เท่ากับข้อใด

ก. 0

ข. 1

ค. 2

ง. 3

17. เซตคำตอบของอสมการ  $\left(\sqrt[3]{\frac{1}{5}}\right)^{x^2(x+2)} < \left(\frac{1}{5}\right)^x$  คือเซตในข้อใด

ก.  $(-2, 1) \cup (1, \infty)$

ข.  $(-3, 0) \cup (2, \infty)$

ค.  $(-\infty, -3) \cup (-3, 1)$

ง.  $(-3, 0) \cup (1, \infty)$



จุดประสงค์ที่ 9 เขียนจำนวนจริงในรูปเลขยกกำลังให้อยู่ในรูปลอการิทึมและสามารถนำสมบัติของลอการิทึมมาใช้ได้

18. ให้  $a > 0$  และ  $a \neq 1$  ข้อใดมีค่าเท่ากับ  $\log_a (3a)^b$
- ก.  $3^b$  ข.  $3b$   
 ค.  $b + b \log_a 3$  ง.  $b + \log_a 3$
19. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง
- ก.  $\log_2 1024 = 10$  ข.  $\log_{\frac{1}{2}} 8 = -3$   
 ค.  $7^{\log_7 5 + \log_7 2} = 10$  ง.  $\log_{10} (\log_{10} 1) = 0$
20. ผลสำเร็จ  $\log \frac{12}{5} + \log \frac{15}{7} - \log \frac{36}{7}$  ตรงกับข้อใด
- ก. 0 ข. 1  
 ค. 2 ง. 10

จุดประสงค์ที่ 10 สามารถนำความรู้เกี่ยวกับลอการิทึมสามัญและลอการิทึมธรรมชาติไปใช้ได้

21. กำหนดให้  $\log 30 = 1.4771$  แล้ว  $\log 0.003$  เท่ากับเท่าใด
- ก.  $1.4771 \times 10^{-4}$  ข.  $0.4771 \times 10^{-2}$   
 ค.  $9.4771 - 10$  ง.  $7.4771 - 10$
22. กำหนด  $\log N = -0.6091$  จงหาค่า  $N$  เมื่อ  $\text{Antilog } 3.3909 = 2.46$
- ก. 0.0246 ข. 0.00246  
 ค. 0.000246 ง. 2.46
23. กำหนด  $e = 2.718$  แล้ว  $e^{-\ln 2 + \ln 10} + \ln 302 + \ln 0.1 + \ln 0.09$  ตรงกับข้อใด
- ก. 5 ข. 6  
 ค.  $5 + \ln 10$  ง. 7

จุดประสงค์ที่ 11 นำสมบัติการเปลี่ยนฐานลอการิทึมไปแก้ปัญหาก็ได้

24. กำหนด  $\log_5 123 = a$  จงหาค่า  $\log_{123} 125$
- ก.  $\frac{3}{a}$  ข.  $3a$   
 ค.  $-3a$  ง.  $-\frac{1}{3a}$
25. ผลสำเร็จ  $\frac{3}{1 + \log_a bc} + \frac{3}{1 + \log_b ac} + \frac{3}{1 + \log_c ab}$  ตรงกับข้อใด
- ก. 3 ข. 9 ค. 27 ง. 1



จุดประสงค์ที่ 12 สามารถแก้สมการและอสมการลอการิทึมได้

26. เซตคำตอบของสมการ  $\log(x^2 + 6x - 2) - \log(x + 3) = 1$  เป็นสับเซตของเซตใด  
 ก.  $[0, 2]$                       ข.  $[3, 5]$                       ค.  $[6, 8]$                       ง.  $[9, 11]$
27. เซตคำตอบของสมการ  $\log_3 x + 6\log_x 3 = 5$  ตรงกับข้อใด  
 ก.  $\{9\}$                       ข.  $\{3, 5\}$                       ค.  $\{27\}$                       ง.  $\{9, 27\}$
28. เซตคำตอบของสมการ  $\log_{\frac{1}{4}}(5x - 4) \geq \log_{\frac{1}{4}}(2x + 5)$  ตรงกับข้อใด  
 ก.  $(-2, -\sqrt{2}] \cup [\sqrt{2}, \infty)$                       ข.  $[\frac{4}{5}, 3]$   
 ค.  $(\frac{4}{5}, 3]$                       ง.  $(-2, -\frac{1}{2}] \cup [2, \infty)$

จุดประสงค์ที่ 13 นำความรู้เรื่องการประยุกต์ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมไปใช้แก้ปัญหา

29. ถ้าอัตราการเจริญเติบโตของประชากรหนูในเมืองๆหนึ่ง ณ เวลาหนึ่ง เป็นไปตามสมการ

$$m(t) = m_0(1 + 0.065)^t$$

เมื่อ  $m(t)$  แทน จำนวนของหนูเมื่อเวลาผ่านไป  $t$  (เดือน)

$m_0$  แทน จำนวนของหนู ณ จุดเริ่มต้น

$t$  แทน เวลา มีหน่วยเป็นเดือน

จงหาว่าเมืองนี้มีหนูกี่ตัวเมื่อเวลาผ่านไป 4 เดือน ถ้าจำนวนหนู ณ จุดเริ่มต้นเท่ากับ 150 ตัว

- ก. 160    ข. 193  
 ค. 254    ง. 307

30. ถ้าการวัดระดับความเข้มของเสียง มีสมการ  $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$

เมื่อ  $\beta$  แทน ระดับความเข้มเสียงมีหน่วยเป็นเดซิเบล

$I$  แทน ความเข้มเสียงที่ต้องการวัด

$I_0$  แทน ความเข้มเสียงที่หูคนปกติได้ยิน ซึ่งเท่ากับ  $10^{-12}$  วัตต์/ตารางเมตร

จงหาระดับความเข้มเสียงของเครื่องไอพ่น ซึ่งขณะกำลังบินขึ้นท้องฟ้ามีความเข้มเสียง 100 วัตต์/ตารางเมตร

- ก. 7.5 เดซิเบล    ข. 120 เดซิเบล  
 ค. 135.5 เดซิเบล    ง. 140 เดซิเบล



## เฉลยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. ค  | 2. ง  | 3. ค  | 4. ก  | 5. ค  |
| 6. ง  | 7. ก  | 8. ก  | 9. ข  | 10. ข |
| 11. ก | 12. ข | 13. ก | 14. ข | 15. ข |
| 16. ก | 17. ง | 18. ค | 19. ง | 20. ก |
| 21. ง | 22. ค | 23. ข | 24. ก | 25. ก |
| 26. ค | 27. ง | 28. ค | 29. ข | 30. ง |



แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

ชื่อ ..... ห้อง..... เลขที่.....

1. กำหนด  $\frac{\sqrt{x}}{y-\sqrt{x}} + \frac{\sqrt{x}(x+\sqrt{xy})}{xy-y^3} = 1$  และ  $xy = 8$  แล้ว  $x$  มีค่าเท่าใด

แนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงหาเซตคำตอบของอสมการ  $2^{\frac{1}{x}} + 3 \cdot 2^{\frac{1}{2x}} - 10 < 0$

แนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





3. จงหาเซตคำตอบของสมการ  $\log_4 x^4 + \log_x 256 = 17$

แนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. สารละลายชนิดหนึ่งมีความเข้มข้นของประจุไฮโดรเจน ( $H^+$ ) เท่ากับ  $2.4 \times 10^{-7}$  โมล  
จงคำนวณหาค่า pH ของสารละลายชนิดนี้ พร้อมระบุความเป็นกรดหรือด่าง

กำหนด  $pH = -\log[H^+]$

แนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะ  
โดยให้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด  
4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก  
3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง  
2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย  
1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านเนื้อหา</b>					
1. เนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องที่นำไปใช้ได้ในชีวิตจริง	.....	.....	.....	.....	.....
2. ข้าพเจ้าปฏิบัติกิจกรรมตามที่ครูกำหนดแล้วทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนยิ่งขึ้น	.....	.....	.....	.....	.....
3. ข้าพเจ้าได้รับเนื้อหาครบถ้วนตามจุดประสงค์การเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>					
4. ข้าพเจ้ามีชอบในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีประกอบ	.....	.....	.....	.....	.....
5. ข้าพเจ้ามีโอกาสดำเนินการระหว่างเพื่อนและครูจนได้รับความรู้ความเข้าใจ	.....	.....	.....	.....	.....
6. ข้าพเจ้ารู้สึกภูมิใจมากเมื่อตอบคำถามได้ถูกต้อง	.....	.....	.....	.....	.....
7. ข้าพเจ้าได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา คิดและเขียนได้ถูกต้อง	.....	.....	.....	.....	.....
<b>ด้านสื่อและอุปกรณ์ในการเรียนรู้</b>					
8. ข้าพเจ้าชอบสื่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีซึ่งเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายาก	.....	.....	.....	.....	.....
9. ข้าพเจ้าชอบสื่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จูงใจให้สนใจมากยิ่งขึ้น	.....	.....	.....	.....	.....
10. ข้าพเจ้าชอบการเรียนรู้ที่มีโปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อทำให้เข้าใจและเห็นภาพชัดเจน	.....	.....	.....	.....	.....



รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านการวัดและประเมินผล</b>					
11. ข้าพเจ้าเห็นว่าใบกิจกรรมการเรียนรู้และแบบวัดทักษะ กระบวนการมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
12. ข้าพเจ้าทำใบกิจกรรมการเรียนรู้และแบบวัดทักษะ กระบวนการทันเวลา	.....	.....	.....	.....	.....
13. ข้าพเจ้าได้ทราบผลคะแนนของใบกิจกรรมการเรียนรู้และ แบบวัดทักษะกระบวนการทุกครั้ง	.....	.....	.....	.....	.....
14. ข้าพเจ้าพอใจกับคะแนนแต่ละครั้งที่ทำได้	.....	.....	.....	.....	.....
15. ข้าพเจ้าจะนำผลการทดสอบไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาตนเองใน การสอบครั้งต่อไป	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ค  
คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างที่ตรงกับความเห็นของท่าน ซึ่งมีระดับ 5 ระดับ คือ

เหมาะสมมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้	3	คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้	2	คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

กำหนดเกณฑ์การตัดสิน

กำหนดเกณฑ์การตัดสินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ตามเกณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
4.50–5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.50–4.49	เหมาะสมมาก
2.50–3.49	เหมาะสมปานกลาง
1.50–3.49	เหมาะสมน้อย
1.00–1.49	เหมาะสมน้อยที่สุด



รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. สาระสำคัญ					
1.1 การแสดงความคิดรวบยอดเนื้อหาหรือแก่นของเรื่อง	.....	.....	.....	.....	.....
1.2 ความสอดคล้องความสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้และ2. จุดประสงค์การเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
2.1 ความสอดคล้องกับเนื้อหาและสาระสำคัญ					
2.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
2.3 การระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ประเมินได้สาระการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
3. สาระการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	.....	.....	.....	.....	.....
3.3 ภาษามีความชัดเจนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
4.1 ความสอดคล้องกับสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่าย ไปหายาก	.....	.....	.....	.....	.....
4.3 ความเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน	.....	.....	.....	.....	.....
4.4 ความน่าสนใจและอยากร่วมกิจกรรม	.....	.....	.....	.....	.....
4.5 ความเหมาะสมกับเวลาเรียนสอน	.....	.....	.....	.....	.....
4.6 การเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดทักษะและเกิดความรู้	.....	.....	.....	.....	.....
4.7 เป็นกิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสื่อการเรียนรู้การสอน	.....	.....	.....	.....	.....
5. สื่อการเรียนรู้การสอน					
5.1 ความเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	.....	.....	.....	.....	.....
5.2 ความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	.....	.....	.....	.....	.....
5.3 ความเหมาะสมกับเนื้อหานำไปใช้ง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
5.4 นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	.....	.....	.....	.....	.....
5.5 สื่อทำให้ประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม	.....	.....	.....	.....	.....
5.6 ความแปลกใหม่ น่าสนใจ	.....	.....	.....	.....	.....



รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
6. การวัดผลประเมินผล	.....	.....	.....	.....	.....
6.1 วิธีวัดเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
6.2 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	.....	.....	.....	.....	.....
6.3 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการเรียนรู้ในกิจกรรม	.....	.....	.....	.....	.....
6.4 การใช้วิธีวัดและประเมินผลหลายๆ วิธี	.....	.....	.....	.....	.....
6.5 การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดผลประเมินผล	.....	.....	.....	.....	.....
6.6 วิธีวัดและเครื่องมือวัดเอื้อต่อการได้สารสนเทศสำหรับการพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล	.....	.....	.....	.....	.....

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน  
(.....)



ตาราง ค\_1 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี  
เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจำนวน 12 แผน					$\bar{X}$
	จากผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1. สาระสำคัญ						
1.1 การแสดงความคิดรวบยอดเนื้อหาหรือแก่นของเรื่อง	4.91	5.00	4.75	4.75	5.00	4.88
1.2 ความสอดคล้องความสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5.00	5.00	4.91	5.00	5.00	4.98
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 ความสอดคล้องกับเนื้อหาและสาระสำคัญ	4.91	4.91	4.75	4.66	4.91	4.82
2.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.75	4.91	4.66	4.66	4.91	4.77
2.3 การระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ประเมินได้	4.75	4.75	4.5	4.75	4.75	4.70
3. สาระการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	4.91	4.75	4.91	4.91
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.91	4.75	4.66	4.75	4.66	4.74
3.3 ภาษามีความชัดเจน	4.75	4.66	4.50	4.66	4.75	4.66
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
4.1 ความสอดคล้องกับสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้	4.91	4.91	5.00	4.75	4.91	4.90
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก	4.75	4.91	4.75	4.66	4.75	4.76
4.3 ความเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน	4.75	4.75	4.50	4.66	4.75	4.68
4.4 ความน่าสนใจและอยากร่วมกิจกรรม	4.91	4.75	4.75	4.91	4.91	4.85
4.5 ความเหมาะสมกับเวลาเรียนสอน	4.66	4.50	4.66	4.75	4.75	4.66
4.6 การเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดทักษะและเกิดความรู้	4.75	4.75	4.66	4.91	4.91	4.80
4.7 เป็นกิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.75	4.91	4.75	4.66	4.91	4.80
5. สื่อการเรียนการสอน						
5.1 ความเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.91	4.91	5.00	5.00	4.91	4.95
5.2 ความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	4.91	4.91	4.75	4.75	4.91	4.85
5.3 ความเหมาะสมกับเนื้อหานำไปใช้ง่าย	4.75	4.75	4.66	4.66	4.75	4.71
5.4 นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	4.91	5.00	5.00	4.91	4.91	4.95
5.5 สื่อทำให้ประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม	5.00	5.00	4.91	4.75	5.00	4.93
5.6 ความแปลกใหม่ น่าสนใจ	4.75	4.75	4.66	4.91	5.00	4.81





ตาราง ค\_1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจำนวน 12 แผน					$\bar{X}$
	จากผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
6. การวัดผลประเมินผล						
6.1 วิธีวัดเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.75	4.91	4.75	4.75	4.91	4.81
6.2 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	4.75	4.91	4.75	4.66	4.75	4.76
6.3 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการเรียนรู้ในกิจกรรม	4.66	4.75	4.50	4.66	4.66	4.65
6.4 การใช้วิธีวัดและประเมินผลหลายๆ วิธี	4.66	4.50	4.75	4.75	4.91	4.71
6.5 การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดผลประเมินผล	4.66	4.50	4.66	4.75	4.66	4.65
6.6 วิธีวัดและเครื่องมือวัดเอื้อต่อการได้สารสนเทศสำหรับการพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล	4.75	4.66	4.66	4.91	4.75	4.75
เฉลี่ยรวม	4.81	4.81	4.73	4.76	4.78	4.79



ตาราง ค\_2 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชัน  
เอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจำนวน 12 แผน จากผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{X}$
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	
	1	2	3	4	5	
1. สาระสำคัญ						
1.1 การแสดงความคิดรวบยอดเนื้อหาหรือแก่นของเรื่อง	4.91	5.00	4.75	4.75	5.00	4.88
1.2 ความสอดคล้องความสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5.00	5.00	4.91	5.00	5.00	4.98
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 ความสอดคล้องกับเนื้อหาและสาระสำคัญ	4.91	4.91	4.75	4.66	4.91	4.82
2.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.75	4.91	4.66	4.66	4.91	4.77
2.3 การระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ประเมินได้	4.75	4.75	4.5	4.75	4.75	4.70
3. สาระการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	4.91	4.75	4.91	4.91
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.91	4.75	4.66	4.75	4.66	4.74
3.3 ภาษามีความชัดเจน	4.75	4.66	4.50	4.66	4.75	4.66
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
4.1 ความสอดคล้องกับสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้	4.66	4.75	4.83	4.75	4.83	4.76
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก	4.58	4.66	4.50	4.75	4.83	4.66
4.3 ความเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน	4.66	4.50	4.33	4.66	4.75	4.58
4.4 ความน่าสนใจและอยากร่วมกิจกรรม	4.33	4.58	4.66	4.75	4.75	4.61
4.5 ความเหมาะสมกับเวลาเรียนสอน	4.75	4.33	4.66	4.75	4.50	4.60
4.6 การเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดทักษะและเกิดความรู้	4.33	4.33	4.66	4.75	4.50	4.51
4.7 เป็นกิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.75	4.83	4.66	4.66	4.75	4.73
5. สื่อการเรียนการสอน						
5.1 ความเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.33	4.50	4.66	4.50	4.66	4.53
5.2 ความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	4.75	4.66	4.50	4.58	4.75	4.65
5.3 ความเหมาะสมกับเนื้อหานำไปใช้อย่าง	4.75	4.58	4.66	4.58	4.75	4.66
5.4 นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	4.66	4.75	4.91	4.75	4.83	4.78
5.5 สื่อทำให้ประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม	4.75	4.66	4.83	4.75	4.58	4.71
5.6 ความแปลกใหม่ น่าสนใจ	3.91	3.83	4.00	4.33	4.58	4.13



ตาราง ค\_2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจำนวน 12 แผน					$\bar{X}$
	จากผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
6. การวัดผลประเมินผล						
6.1 วิธีวัดเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.75	4.91	4.75	4.75	4.91	4.81
6.2 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	4.75	4.91	4.75	4.66	4.75	4.76
6.3 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการเรียนรู้ในกิจกรรม	4.66	4.75	4.50	4.66	4.66	4.65
6.4 การใช้วิธีวัดและประเมินผลหลายๆ วิธี	4.66	4.50	4.75	4.75	4.91	4.71
6.5 การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดผลประเมินผล	4.66	4.50	4.66	4.75	4.66	4.65
6.6 วิธีวัดและเครื่องมือวัดเอื้อต่อการได้สารสนเทศสำหรับการพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล	4.75	4.66	4.66	4.91	4.75	4.75
เฉลี่ยรวม	4.68	4.67	4.65	4.70	4.76	4.69



ตาราง ค\_3 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรม  
จีเอสพีและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชัน  
ลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ		แผนการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ	
	ค่าเฉลี่ย	ความเหมาะสม	ค่าเฉลี่ย	ความเหมาะสม
1. สาระสำคัญ				
1.1 การแสดงความคิดรวบยอดเนื้อหาหรือแก่นของเรื่อง	4.88	มากที่สุด	4.88	มากที่สุด
1.2 ความสอดคล้องความสัมพันธ์กับจุดประสงค์การ เรียนรู้และเนื้อหา	4.98	มากที่สุด	4.98	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 ความสอดคล้องกับเนื้อหาและสาระสำคัญ	4.82	มากที่สุด	4.82	มากที่สุด
2.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.77	มากที่สุด	4.77	มากที่สุด
2.3 การระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ประเมินได้	4.70	มากที่สุด	4.70	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้				
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.91	มากที่สุด	4.91	มากที่สุด
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.74	มากที่สุด	4.74	มากที่สุด
3.3 ภาษามีความชัดเจน	4.66	มากที่สุด	4.66	มากที่สุด
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 ความสอดคล้องกับสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้	4.90	มากที่สุด	4.76	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่าย ไปหายาก	4.76	มากที่สุด	4.66	มากที่สุด
4.3 ความเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน	4.68	มากที่สุด	4.58	มากที่สุด
4.4 ความน่าสนใจและอยากร่วมกิจกรรม	4.85	มากที่สุด	4.61	มากที่สุด
4.5 ความเหมาะสมกับเวลาเรียนสอน	4.66	มากที่สุด	4.60	มากที่สุด
4.6 การเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดทักษะและเกิดความรู้	4.80	มากที่สุด	4.51	มากที่สุด
4.7 เป็นกิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.80	มากที่สุด	4.73	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนการสอน				
5.1 ความเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.95	มากที่สุด	4.53	มากที่สุด
5.2 ความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	4.85	มากที่สุด	4.65	มากที่สุด
5.3 ความเหมาะสมกับเนื้อหานำไปใช้ง่าย	4.71	มากที่สุด	4.66	มากที่สุด
5.4 นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	4.95	มากที่สุด	4.78	มากที่สุด
5.5 สื่อทำให้ประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม	4.93	มากที่สุด	4.71	มากที่สุด
5.6 ความแปลกใหม่ น่าสนใจ	4.81	มากที่สุด	4.13	มาก



ตาราง ค\_3 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะ		แผนการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ	
	ค่าเฉลี่ย	ความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย	ความคิดเห็น
6. การวัดผลประเมินผล				
6.1 วิธีวัดเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	4.81	มากที่สุด	4.81	มากที่สุด
6.2 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	4.76	มากที่สุด	4.76	มากที่สุด
6.3 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับขั้นตอนและ กระบวนการเรียนรู้ในกิจกรรม	4.65	มากที่สุด	4.65	มากที่สุด
6.4 การใช้วิธีวัดและประเมินผลหลายๆ วิธี	4.71	มากที่สุด	4.71	มากที่สุด
6.5 การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดผลประเมินผล	4.65	มากที่สุด	4.65	มากที่สุด
6.6 วิธีวัดและเครื่องมือวัดเอื้อต่อการได้สารสนเทศ สำหรับการพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล	4.75	มากที่สุด	4.75	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.79	มากที่สุด	4.69	มากที่สุด



ตาราง ค\_4 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนกับผลการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	0	+1	+1	2	0.66	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	0	2	0.66	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17	0	+1	+1	2	0.66	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	2	0.66	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้



ตาราง ค\_4 (ต่อ)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29	+1	0	+1	2	0.66	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
39	0	+1	+1	2	0.66	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	2	0.66	ใช้ได้



ตาราง ค\_5 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน

ข้อ	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล
1	0.265	0.306	ใช้ได้**
2	0.307	0.394	ใช้ได้
3	0.523	0.400	ใช้ได้
4	0.307	0.377	ใช้ได้
5	0.446	0.335	ใช้ได้
6	0.230	0.435	ใช้ได้**
7	0.630	0.416	ใช้ได้
8	0.307	0.591	ใช้ได้
9	0.213	0.264	ใช้ได้**
10	0.630	0.405	ใช้ได้
11	0.461	0.494	ใช้ได้
12	0.600	0.269	ใช้ได้
13	0.203	0.107	ใช้ไม่ได้**
14	0.852	0.364	ใช้ไม่ได้**
15	0.723	0.377	ใช้ได้
16	0.523	0.400	ใช้ได้
17	0.446	0.335	ใช้ได้
18	0.476	0.595	ใช้ได้
20	0.338	0.564	ใช้ได้
19	0.721	0.643	ใช้ได้
21	0.584	0.084	ใช้ไม่ได้**
22	0.569	0.456	ใช้ได้
23	0.461	0.484	ใช้ได้
24	0.327	0.306	ใช้ได้**
25	0.600	0.444	ใช้ได้
26	0.577	0.481	ใช้ได้
28	0.523	0.411	ใช้ได้
29	0.226	0.337	ใช้ได้**
30	0.584	0.477	ใช้ได้





ตาราง ค\_5 (ต่อ)

ข้อ	ค่าความยาก(P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล
31	0.338	0.254	ใช้ได้
32	0.369	0.303	ใช้ได้
33	0.820	0.179	ใช้ไม่ได้**
34	0.415	0.491	ใช้ได้
35	0.738	0.313	ใช้ได้
36	0.492	0.476	ใช้ได้
37	0.446	0.658	ใช้ได้
38	0.538	0.368	ใช้ได้
39	0.658	0.473	ใช้ได้
40	0.507	0.149	ใช้ไม่ได้**

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ( $r_{cc}$ ) เท่ากับ 0.839

\*\* หมายถึง ข้อที่เลือกตัดออก



ตาราง ค\_6 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัด  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	2	0.66	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	0	+1	+1	3	0.66	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	2	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้



ตาราง ค\_7 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.327	0.530	ใช้ได้
2	0.327	0.303	ใช้ได้
3	0.735	0.279	ใช้ได้**
4	0.387	0.491	ใช้ได้
5	0.142	0.369	ใช้ไม่ได้**
6	0.692	0.476	ใช้ได้
7	0.465	0.446	ใช้ได้**

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ( $\alpha$ ) เท่ากับ 0.813

\*\* หมายถึง ข้อที่เลือกตัดออก



ตาราง ค\_8 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา (IC) ของแบบวัดความพึงพอใจ  
จากผู้เชี่ยวชาญ

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



ตาราง ค\_9 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้เกณฑ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อ  
กับคะแนนรวม (Item Total Correlation) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจ

รายข้อ	ค่าอำนาจจำแนก ( $r_{xy}$ )
<b>ด้านเนื้อหา</b>	
1. เนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องที่นำไปใช้ได้ในชีวิตจริง	0.491
2. ข้าพเจ้าปฏิบัติกิจกรรมตามที่ครูกำหนดแล้วทำให้เข้าใจ เนื้อหาที่เรียนยิ่งขึ้น	0.761
3. ข้าพเจ้าได้รับเนื้อหาครบถ้วนตามจุดประสงค์การเรียนรู้	0.683
4. ข้าพเจ้าเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย **	0.347
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>	
5. ข้าพเจ้ามีชอบในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีประกอบ	0.558
6. ข้าพเจ้ามีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นระหว่างเพื่อนและครูจนได้รับความรู้ความเข้าใจ	0.720
7. ข้าพเจ้าชอบที่ได้เรียนรู้เป็นทีมและช่วยกันทำงานเป็นทีม **	0.548
8. ข้าพเจ้ารู้สึกภูมิใจมากเมื่อตอบคำถามได้ถูกต้อง	0.732
9. ข้าพเจ้าได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา คิดและเขียนได้ถูกต้อง	0.580
10. ข้าพเจ้ามีโอกาสได้สนทนาแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ ในการเรียนกับเพื่อน ๆ จนได้รับความรู้ **	0.450
<b>ด้านสื่อและอุปกรณ์ในการเรียนรู้</b>	
11. ข้าพเจ้าพอใจที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสื่อเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี **	0.436
12. ข้าพเจ้าชอบสื่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีซึ่งเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายาก	0.666
13. ข้าพเจ้าชอบสื่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงให้ สนใจมากยิ่งขึ้น	0.658
14. ข้าพเจ้าชอบการเรียนที่มีโปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อทำให้เข้าใจและเห็นภาพชัดเจน	0.718
<b>ด้านการวัดและประเมินผล</b>	
15. ข้าพเจ้าเห็นว่าใบกิจกรรมการเรียนรู้และแบบวัดทักษะกระบวนการมีความ เหมาะสมกับเนื้อหา	0.701
16. ข้าพเจ้าทำใบกิจกรรมการเรียนรู้และแบบวัดทักษะกระบวนการทันเวลา	0.791
17. ข้าพเจ้าได้ทราบผลคะแนนของใบกิจกรรมการเรียนรู้และแบบวัดทักษะกระบวนการ ทุกครั้ง	0.775
18. ข้าพเจ้าสามารถตรวจคำตอบด้วยตนเองได้ **	0.379
19. ข้าพเจ้าพอใจกับคะแนนแต่ละครั้งที่ทำได้	0.771
20. ข้าพเจ้าจะนำผลการทดสอบไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาตนเองในการสอบครั้งต่อไป	0.376
ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดพึงพอใจทั้งฉบับ เท่ากับ 0.929	

\*\* หมายถึง ข้อที่เลือกตัดออก



ภาคผนวก ง  
คะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล



ตาราง ง\_1 คะแนนด้านความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

เลขที่	คะแนนด้านความรู้												รวม (180)	
	แผน 1 (15)	แผน 2 (15)	แผน 3 (15)	แผน 4 (15)	แผน 5 (15)	แผน 6 (15)	แผน 7 (15)	แผน 8 (15)	แผน 9 (15)	แผน 10 (15)	แผน 11 (15)	แผน 12 (15)		
1	11	11	12	15	13	12	12	12	12	12	12	12	12	146
2	13	14	14	15	14	15	15	14	14	14	14	14	14	170
3	14	14	14	15	14	15	14	15	14	14	14	14	15	172
4	15	14	15	15	14	15	15	15	14	14	15	15	15	176
5	12	13	13	15	13	14	13	13	13	12	12	15	15	158
6	13	14	15	15	14	15	15	15	14	14	14	14	15	173
7	13	14	13	15	13	15	15	13	13	13	14	15	15	166
8	13	12	13	15	13	14	15	14	12	13	12	13	13	159
9	14	15	15	15	14	14	15	14	13	14	14	14	13	170
10	10	13	12	15	13	12	13	13	12	12	12	13	13	150
11	14	14	14	15	14	15	15	15	14	14	15	15	15	174
12	12	14	14	15	13	15	14	14	14	13	12	14	14	164
13	14	15	15	15	15	15	14	15	14	15	15	14	14	176
14	13	13	14	15	14	15	14	14	14	13	14	14	14	167
15	13	15	15	15	13	15	14	15	14	14	15	14	14	172



ตาราง ง\_1 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนด้านความรู้												รวม (180)
	แผน 1 (15)	แผน 2 (15)	แผน 3 (15)	แผน 4 (15)	แผน 5 (15)	แผน 6 (15)	แผน 7 (15)	แผน 8 (15)	แผน 9 (15)	แผน 10 (15)	แผน 11 (15)	แผน 12 (15)	
16	14	15	15	14	14	15	14	15	14	14	15	15	174
17	14	13	14	15	14	15	15	15	15	14	15	14	173
18	14	15	15	15	14	15	15	15	15	14	15	15	177
19	14	14	15	15	15	15	15	15	14	13	14	14	173
20	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	180
21	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	14	13	175
22	14	14	13	15	14	12	14	14	13	13	15	15	166
23	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	179
24	14	15	15	15	15	15	15	15	14	15	15	15	178
25	14	14	15	15	15	15	15	15	14	14	15	15	176
26	15	14	15	14	15	15	15	15	15	15	15	15	178
27	13	13	14	15	14	15	14	15	14	14	14	14	169
28	14	14	14	15	14	14	14	15	13	15	15	14	171
29	13	14	15	15	14	15	14	15	13	15	15	14	172
30	11	13	13	15	14	14	15	14	13	13	13	14	162





ตาราง ง\_2 คะแนนทักษะกระบวนการของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการ												รวม (441)
	แผน 1 (27)	แผน 2 (27)	แผน 3 (45)	แผน 4 (36)	แผน 5 (45)	แผน 6 (36)	แผน 7 (36)	แผน 8 (27)	แผน 9 (36)	แผน 10 (45)	แผน 11 (45)	แผน 12 (35)	
1	21	21	34	28	41	32	27	21	27	34	34	27	347
2	27	26	41	34	41	32	34	24	33	42	40	33	407
3	25	24	42	33	39	33	33	25	34	44	42	33	407
4	27	27	44	35	40	33	36	25	34	45	43	34	423
5	22	23	39	28	39	32	32	23	30	41	40	32	381
6	25	25	43	34	38	30	32	24	32	44	42	32	401
7	24	25	40	28	40	31	32	24	32	39	39	31	385
8	23	21	38	28	37	31	32	24	31	40	40	30	375
9	25	24	41	29	45	33	30	23	34	43	42	33	402
10	24	21	37	27	42	32	31	22	30	39	39	30	374
11	27	21	42	35	38	31	33	25	32	40	40	34	398
12	24	24	40	32	41	29	34	23	32	41	40	31	391
13	26	23	42	35	42	32	33	26	34	43	42	33	411
14	26	23	44	28	42	32	33	26	32	39	40	31	396
15	23	22	44	31	39	33	31	25	34	41	42	32	397



ตาราง ง\_2 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการ												รวม (441)
	แผน 1 (27)	แผน 2 (27)	แผน 3 (45)	แผน 4 (36)	แผน 5 (45)	แผน 6 (36)	แผน 7 (36)	แผน 8 (27)	แผน 9 (36)	แผน 10 (45)	แผน 11 (45)	แผน 12 (35)	
16	23	27	41	36	45	32	31	24	33	41	40	32	405
17	25	24	42	36	41	31	31	24	34	43	42	33	406
18	27	26	44	33	43	32	30	25	34	43	43	34	414
19	26	21	44	27	41	31	29	26	34	42	43	34	398
20	27	27	45	36	45	34	36	27	35	44	44	36	436
21	24	27	45	35	43	33	36	27	36	44	44	36	430
22	27	26	40	36	39	30	33	24	33	43	41	34	406
23	27	27	43	36	45	34	32	24	33	43	42	33	419
24	27	27	40	34	40	31	32	25	32	41	42	35	406
25	26	25	40	34	42	31	36	23	32	41	44	34	408
26	27	26	44	36	45	33	36	26	35	44	43	36	431
27	24	27	42	33	40	32	33	23	34	40	43	34	405
28	25	25	43	31	34	31	33	24	33	40	42	34	395
29	27	20	43	34	40	33	32	25	33	41	41	34	403
30	25	24	39	32	42	32	31	24	32	39	40	32	392



ตาราง ง\_3 คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

เลขที่	คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์												รวม (108)
	แผน 1 (9)	แผน 2 (9)	แผน 3 (9)	แผน 4 (9)	แผน 5 (9)	แผน 6 (9)	แผน 7 (9)	แผน 8 (9)	แผน 9 (9)	แผน 10 (9)	แผน 11 (9)	แผน 12 (9)	
1	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	93
2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
3	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
5	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
6	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	105
7	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
9	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
10	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	102
11	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	105
12	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	105
13	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
14	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	104
15	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106

ตาราง ง\_3 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์												รวม (108)
	แผน 1 (9)	แผน 2 (9)	แผน 3 (9)	แผน 4 (9)	แผน 5 (9)	แผน 6 (9)	แผน 7 (9)	แผน 8 (9)	แผน 9 (9)	แผน 10 (9)	แผน 11 (9)	แผน 12 (9)	
16	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
17	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
18	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
19	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	105
20	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
21	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	107
22	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	101
23	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
24	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
25	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
26	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
27	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	104
28	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	104
29	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
30	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	103



ตาราง ง\_4 คะแนนด้านความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เลขที่	คะแนนด้านความรู้												รวม (180)
	แผน 1 (15)	แผน 2 (15)	แผน 3 (15)	แผน 4 (15)	แผน 5 (15)	แผน 6 (15)	แผน 7 (15)	แผน 8 (15)	แผน 9 (15)	แผน 10 (15)	แผน 11 (15)	แผน 12 (15)	
1	11	12	11	13	12	13	12	11	13	11	12	13	144
2	11	12	11	12	12	12	12	11	12	11	12	12	140
3	12	13	12	13	12	13	12	12	13	12	12	13	149
4	12	13	12	13	12	13	12	12	13	12	12	13	149
5	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	156
6	11	13	11	11	12	11	12	11	11	11	12	11	137
7	11	12	11	13	11	13	11	11	13	11	11	13	141
8	12	11	12	11	13	11	13	12	11	12	13	11	142
9	10	11	10	11	10	11	10	10	11	10	10	11	125
10	10	10	10	11	10	11	10	10	11	10	10	11	124
11	11	11	11	13	11	13	11	11	13	11	11	13	140
12	11	12	11	12	13	12	13	11	12	11	13	12	143
13	11	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	133
14	10	11	10	10	11	10	11	10	10	10	11	10	124
15	11	11	11	11	12	11	12	11	11	11	12	11	135



ตาราง ง\_4 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนด้านความรู้												รวม (180)
	แผน 1 (15)	แผน 2 (15)	แผน 3 (15)	แผน 4 (15)	แผน 5 (15)	แผน 6 (15)	แผน 7 (15)	แผน 8 (15)	แผน 9 (15)	แผน 10 (15)	แผน 11 (15)	แผน 12 (15)	
16	12	13	12	13	13	13	13	12	13	12	13	13	152
17	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	143
18	12	12	12	12	13	12	13	12	12	12	13	12	147
19	10	11	10	10	12	10	12	10	10	10	12	10	127
20	11	12	11	12	11	12	11	11	12	11	11	12	137
21	11	12	11	12	12	12	12	11	12	11	12	12	140
22	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	132
23	13	14	13	14	13	14	13	13	14	13	13	14	161
24	11	10	11	11	12	11	12	11	11	11	12	11	134
25	10	11	10	12	10	12	10	10	12	10	10	12	129
26	11	11	11	12	11	12	11	11	12	11	11	12	136
27	12	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	145
28	11	11	11	11	12	11	12	11	11	11	12	11	135
29	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	168
30	11	13	11	13	12	13	12	11	13	11	12	13	145



ตาราง ง\_4 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนด้านความรู้												รวม (180)
	แผน 1 (15)	แผน 2 (15)	แผน 3 (15)	แผน 4 (15)	แผน 5 (15)	แผน 6 (15)	แผน 7 (15)	แผน 8 (15)	แผน 9 (15)	แผน 10 (15)	แผน 11 (15)	แผน 12 (15)	
31	12	12	12	13	12	13	12	12	13	12	12	13	148
32	11	12	11	12	11	12	11	11	12	11	11	12	137
33	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	168
34	12	13	12	13	12	13	12	12	13	12	12	13	149
35	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	132
36	12	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	145



ตาราง ง\_5 คะแนนทักษะกระบวนการของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการ												รวม (441)
	แผน 1 (27)	แผน 2 (27)	แผน 3 (45)	แผน 4 (36)	แผน 5 (45)	แผน 6 (36)	แผน 7 (36)	แผน 8 (27)	แผน 9 (36)	แผน 10 (45)	แผน 11 (45)	แผน 12 (35)	
1	21	20	34	28	35	29	27	21	27	34	34	27	337
2	22	21	36	32	37	30	28	22	29	38	37	29	361
3	23	23	37	30	37	31	29	22	30	39	38	28	367
4	23	24	38	29	36	30	29	23	29	38	39	29	367
5	21	22	38	27	34	29	29	22	28	37	37	28	352
6	21	24	37	29	34	30	27	21	28	37	38	29	355
7	22	21	36	30	36	31	32	24	32	39	39	31	373
8	21	20	34	27	35	29	21	21	28	37	34	29	336
9	21	21	35	27	35	29	21	21	28	37	34	29	338
10	22	22	36	27	35	30	21	22	28	39	34	29	345
11	22	24	42	28	38	31	30	23	31	39	39	29	376
12	21	23	39	31	34	29	28	21	27	35	35	28	351
13	22	20	34	30	36	29	27	21	27	34	35	27	342
14	21	21	34	27	36	31	29	22	27	37	35	29	349
15	21	22	36	28	36	31	29	22	27	37	35	29	353



ตาราง ง\_5 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการ												รวม (441)
	แผน 1 (27)	แผน 2 (27)	แผน 3 (45)	แผน 4 (36)	แผน 5 (45)	แผน 6 (36)	แผน 7 (36)	แผน 8 (27)	แผน 9 (36)	แผน 10 (45)	แผน 11 (45)	แผน 12 (35)	
16	22	23	39	30	36	32	29	22	27	37	35	29	361
17	21	22	38	32	36	31	29	22	27	37	35	29	359
18	23	23	36	32	36	31	29	22	27	37	35	29	360
19	21	20	34	27	36	31	29	22	27	37	35	29	348
20	22	21	34	29	36	32	29	22	27	37	35	29	353
21	22	21	35	30	36	32	29	22	27	37	35	29	355
22	21	21	35	29	36	31	29	22	27	37	35	29	352
23	23	24	34	32	39	32	31	24	30	39	41	31	380
24	21	22	34	29	37	29	22	22	27	37	34	35	349
25	21	22	40	29	37	29	22	22	27	37	34	35	355
26	21	21	35	28	37	32	22	22	27	37	34	35	351
27	21	22	39	31	37	29	22	22	27	37	34	35	356
28	21	20	35	29	37	29	22	22	27	37	34	35	348
29	26	25	43	34	42	34	24	25	34	43	41	41	412
30	24	23	39	32	37	29	22	22	27	37	34	35	361



ตาราง ง\_5 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการ												รวม (441)
	แผน 1 (27)	แผน 2 (27)	แผน 3 (45)	แผน 4 (36)	แผน 5 (45)	แผน 6 (36)	แผน 7 (36)	แผน 8 (27)	แผน 9 (36)	แผน 10 (45)	แผน 11 (45)	แผน 12 (35)	
31	23	22	37	32	37	29	22	22	27	37	34	35	357
32	23	21	38	30	37	29	22	22	27	37	34	35	355
33	26	24	44	35	42	31	25	26	32	42	43	41	411
34	25	23	42	34	37	32	23	23	30	39	39	40	387
35	21	21	36	32	37	29	22	22	27	37	34	35	353
36	23	22	37	31	37	29	22	22	27	37	34	35	356

ตาราง ง\_6 คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เลขที่	คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์												รวม (108)
	แผน 1 (9)	แผน 2 (9)	แผน 3 (9)	แผน 4 (9)	แผน 5 (9)	แผน 6 (9)	แผน 7 (9)	แผน 8 (9)	แผน 9 (9)	แผน 10 (9)	แผน 11 (9)	แผน 12 (9)	
1	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	93
2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
3	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
5	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
6	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	105
7	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
9	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
10	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	102
11	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	105
12	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	105
13	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
14	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	104
15	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106

ตาราง ง\_6 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์												รวม (108)
	แผน 1 (9)	แผน 2 (9)	แผน 3 (9)	แผน 4 (9)	แผน 5 (9)	แผน 6 (9)	แผน 7 (9)	แผน 8 (9)	แผน 9 (9)	แผน 10 (9)	แผน 11 (9)	แผน 12 (9)	
16	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
17	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
18	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106
19	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	105
20	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
21	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	107
22	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	101
23	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
24	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
25	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
26	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
27	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	104
28	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	104
29	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
30	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	106



ตาราง ง\_6 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์												รวม (108)
	แผน 1 (9)	แผน 2 (9)	แผน 3 (9)	แผน 4 (9)	แผน 5 (9)	แผน 6 (9)	แผน 7 (9)	แผน 8 (9)	แผน 9 (9)	แผน 10 (9)	แผน 11 (9)	แผน 12 (9)	
31	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	103
32	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	102
33	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	108
34	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	105
35	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	96
36	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	96



ตาราง ง\_7 คะแนนทดสอบย่อยของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เลขที่	แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี				แบบปกติ			
	ทดสอบย่อยครั้งที่ 1 แผนที่ 1-5	ทดสอบย่อยครั้งที่ 2 แผนที่ 6-7	ทดสอบย่อยครั้งที่ 3 แผนที่ 8-12	รวม (30)	ทดสอบย่อยครั้งที่ 1 แผนที่ 1-5	ทดสอบย่อยครั้งที่ 2 แผนที่ 6-7	ทดสอบย่อยครั้งที่ 3 แผนที่ 8-12	รวม (30)
1	5.5	8.5	6	20	6	6	7	19
2	6	10	7	23	5.5	6	6.5	18
3	6	10	6.5	22.5	7	6.5	5.5	19
4	7	10	5	22	6	7	7	20
5	5	5	5	15	6	6	6	18
6	7	10	7	24	5.5	5	5.5	16
7	5	6	6	17	6.5	7	7	20.5
8	5.5	7	5	17.5	5	5	5	15
9	9.5	10	6	25.5	5	5	5	15
10	5.5	7.5	6	19	5	6	6	17
11	7	10	7.5	24.5	5.5	6	7	18.5
12	5	5.5	5	15.5	5.5	6	6	17.5
13	6	10	9	25	5.5	6	6.5	18

ตาราง ง\_7 (ต่อ)

เลขที่	แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี				แบบปกติ			
	ทดสอบย่อยครั้งที่ 1 แผนที่ 1-5	ทดสอบย่อยครั้งที่ 2 แผนที่ 6-7	ทดสอบย่อยครั้งที่ 3 แผนที่ 8-12	รวม (30)	ทดสอบย่อยครั้งที่ 1 แผนที่ 1-5	ทดสอบย่อยครั้งที่ 2 แผนที่ 6-7	ทดสอบย่อยครั้งที่ 3 แผนที่ 8-12	รวม (30)
14	6.5	7	6	19.5	5	5.5	5.5	16
15	6.5	7.5	7	21	6	6	7	19
16	7	10	7.5	24.5	5.5	6	7	18.5
17	4	10	7	21	6	5.5	6.5	18
18	8	10	7.5	25.5	6	6.5	6	18.5
19	7	7	7	21	5	5	5	15
20	10	10	10	30	5.5	6	7	18.5
21	6.5	10	7	23.5	5	6	6	17
22	7	10	9	26	6	6	5	17
23	9	10	9	28	6.5	8	7	21.5
24	5.5	8.5	6.5	20.5	5.5	5.5	5	16
25	7.5	9	6	22.5	6	6.5	6	18.5
26	7	10	9	26	6	6.5	6	18.5
27	6	6.5	6	18.5	5.5	6.5	7	19



ตาราง ง\_7 (ต่อ)

เลขที่	แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี				แบบปกติ			
	ทดสอบย่อยครั้งที่ 1 แผนที่ 1-5	ทดสอบย่อยครั้งที่ 2 แผนที่ 6-7	ทดสอบย่อยครั้งที่ 3 แผนที่ 8-12	รวม (30)	ทดสอบย่อยครั้งที่ 1 แผนที่ 1-5	ทดสอบย่อยครั้งที่ 2 แผนที่ 6-7	ทดสอบย่อยครั้งที่ 3 แผนที่ 8-12	รวม (30)
28	6.5	5.5	6.5	18.5	5	5.5	6	16.5
29	6	7.5	6	19.5	8	10	10	28
30	6	8.5	6.5	21	5	7	6.5	18.5
31					6	6.5	6	18.5
32					7	6	6.5	19.5
33					9	10	10	29
34					7.5	6.5	7	21
35					6	5.5	6	17.5
36					5.5	6	6.5	18





ตาราง ง\_8 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา  
คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เลขที่	แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี				แบบปกติ			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	5	20	4	14	5	23	4	12
2	6	25	6	16	2	25	5	13
3	6	28	4	16	3	26	5	15
4	7	27	5	18	4	19	5	16
5	5	23	7	14	3	20	4	14
6	7	25	4	15	9	22	3	12
7	5	20	5	13	4	23	4	14
8	6	21	7	15	11	24	6	11
9	9	24	5	16	9	23	4	11
10	5	22	6	13	2	21	6	12
11	10	26	4	16	5	20	4	13
12	6	24	6	14	10	19	6	12
13	8	25	5	17	2	18	5	9



ตาราง ง\_8 (ต่อ)

เลขที่	แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี				แบบปกติ			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
14	8	22	4	14	6	21	4	10
15	9	24	7	15	5	20	4	13
16	5	25	6	16	5	19	6	12
17	8	23	6	15	5	21	6	13
18	9	23	5	17	7	20	5	14
19	6	24	5	16	8	23	5	9
20	12	28	6	20	5	26	6	12
21	11	26	4	18	4	25	4	12
22	7	24	4	17	5	23	4	12
23	5	25	7	17	7	20	7	15
24	11	24	5	17	7	22	5	11
25	7	22	5	16	10	25	5	12
26	7	26	6	18	8	28	6	13
27	7	24	6	16	5	23	4	15



ตาราง ง\_8 (ต่อ)

เลขที่	แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี				แบบปกติ			
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
28	7	23	3	15	4	25	6	12
29	9	24	3	15	2	29	7	17
30	6	23	4	16	1	23	5	13
31					10	21	7	13
32					8	22	4	12
33					9	28	5	17
34					6	23	7	15
35					4	21	5	13
36					7	22	6	14



ตาราง ง\_9 สรุปคะแนนรวมระหว่างเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์  
แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (30)	คะแนนรวมระหว่างเรียน				คะแนนรวมระหว่างเรียน อัตราส่วน 25:25:20:30					ทดสอบหลังเรียน (30)
		ด้านความรู้(180)	ทักษะกระบวนการ(432)	คุณลักษณะ(108)	ทดสอบย่อย(30)	ด้านความรู้(25)	ทักษะกระบวนการ(25)	คุณลักษณะ(20)	ทดสอบย่อย(30)	รวม (100)	
1	5	146	347	93	20.0	20.28	19.67	17.22	20.0	77.17	20
2	6	170	407	108	23.0	23.61	23.07	20.00	23.0	89.68	25
3	6	172	407	106	22.5	23.89	23.07	19.63	22.5	89.09	28
4	7	176	423	108	22.0	24.44	23.98	20.00	22.0	90.42	27
5	5	158	381	106	15.0	21.94	21.60	19.63	15.0	78.17	23
6	7	173	401	105	24.0	24.03	22.73	19.44	24.0	90.20	25
7	5	166	385	106	17.0	23.06	21.83	19.63	17.0	81.51	20
8	6	159	375	106	17.50	22.08	21.26	19.63	17.5	80.47	21
9	9	170	402	106	25.5	23.61	22.79	19.63	25.5	91.53	24
10	5	150	374	102	19.0	20.83	21.20	18.89	19.0	79.93	22
11	10	174	398	105	24.5	24.17	22.56	19.44	24.5	90.67	26
12	6	164	391	105	15.5	22.78	22.17	19.44	15.5	79.88	24
13	8	176	411	106	25.0	24.44	23.30	19.63	25.0	92.37	25
14	8	167	396	104	19.5	23.19	22.45	19.26	19.5	84.40	22
15	9	172	397	106	21.0	23.89	22.51	19.63	21.0	87.02	24
16	5	174	405	108	24.5	24.17	22.96	20.00	24.5	91.63	25
17	8	173	406	106	21.0	24.03	23.02	19.63	21.0	87.67	23
18	9	177	414	106	25.5	24.58	23.47	19.63	25.5	93.18	23
19	6	173	398	105	21.0	24.03	22.56	19.44	21.0	87.03	24



ตาราง ง\_9 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (30)	คะแนนรวมระหว่างเรียน				คะแนนรวมระหว่างเรียน อัตราส่วน 25:25:20:30					ทดสอบหลังเรียน (30)
		ด้านความรู้(180)	ทักษะกระบวนการ(432)	คุณลักษณะ(108)	ทดสอบย่อย(30)	ด้านความรู้(25)	ทักษะกระบวนการ(25)	คุณลักษณะ(20)	ทดสอบย่อย(30)	รวม (100)	
20	12	180	436	108	30.0	25.00	24.72	20.00	30.0	99.72	28
21	11	175	430	107	23.5	24.31	24.38	19.81	23.5	91.99	26
22	7	166	406	101	26.0	23.06	23.02	18.70	26.0	90.77	24
23	5	179	419	108	28.0	24.86	23.75	20.00	28.0	96.61	25
24	11	178	406	108	20.5	24.72	23.02	20.00	20.5	88.24	24
25	7	176	408	108	22.5	24.44	23.13	20.00	22.5	90.07	22
26	7	178	431	108	26.0	24.72	24.43	20.00	26.0	95.16	26
27	7	169	405	104	18.5	23.47	22.96	19.26	18.50	84.19	24
28	7	171	395	104	18.5	23.75	22.39	19.26	18.50	83.90	23
29	9	172	403	106	19.5	23.89	22.85	19.63	19.5	85.86	24
30	6	162	392	103	21.0	22.50	22.22	19.07	21.0	84.79	23
รวม	219	5096	12049	3162	657	707.78	683.05	585.53	657	2633.36	720
ค่าเฉลี่ย	7.30	169.8	401.6	105.4	21.9	23.59	22.77	19.52	21.9	87.78	24.00
S.D.	1.99	8.19	17.71	2.97	3.61	1.13	1.02	0.55	3.61	5.52	2.00
ร้อยละ	73.00	94.37	92.97	97.59	73.0	94.37	91.07	97.59	73.0	87.78	80.00



ตาราง ง\_10 สรุปคะแนนรวมระหว่างเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (30)	คะแนนรวมระหว่างเรียน				คะแนนรวมระหว่างเรียน อัตราส่วน 25:25:20:30					ทดสอบหลังเรียน (30)
		ด้านความรู้(180)	ทักษะกระบวนการ(432)	คุณลักษณะ(108)	ทดสอบย่อย(30)	ด้านความรู้(25)	ทักษะกระบวนการ(25)	คุณลักษณะ(20)	ทดสอบย่อย(30)	รวม (100)	
1	5	144	329	93	19.00	20.00	19.04	17.22	19.00	75.26	23
2	2	140	353	108	18.00	19.44	20.43	20.00	18.00	77.87	25
3	3	149	359	106	19.00	20.69	20.78	19.63	19.00	80.10	26
4	4	149	358	108	20.00	20.69	20.72	20.00	20.00	81.41	19
5	3	156	344	106	18.00	21.67	19.91	19.63	18.00	79.20	20
6	9	137	347	105	16.00	19.03	20.08	19.44	16.00	74.55	22
7	4	141	365	106	20.50	19.58	21.12	19.63	20.50	80.84	23
8	11	142	328	106	15.00	19.72	18.98	19.63	15.00	73.33	24
9	9	125	330	106	15.00	17.36	19.10	19.63	15.00	71.09	23
10	2	124	337	102	17.00	17.22	19.50	18.89	17.00	72.61	21
11	5	140	367	105	18.50	19.44	21.24	19.44	18.50	78.63	20
12	10	143	343	105	17.50	19.86	19.85	19.44	17.50	76.66	19
13	2	133	334	106	18.00	18.47	19.33	19.63	18.00	75.43	18
14	6	124	341	104	16.00	17.22	19.73	19.26	16.00	72.22	21
15	5	135	345	106	19.00	18.75	19.97	19.63	19.00	77.34	20
16	5	152	352	108	18.50	21.11	20.37	20.00	18.50	79.98	19
17	5	143	351	106	18.00	19.86	20.31	19.63	18.00	77.80	21
18	7	147	352	106	18.50	20.42	20.37	19.63	18.50	78.92	20
19	8	127	340	105	15.00	17.64	19.68	19.44	15.00	71.76	23
20	5	137	344	108	18.50	19.03	19.91	20.00	18.50	77.44	26



ตาราง ง\_10 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (30)	คะแนนรวมระหว่างเรียน				คะแนนรวมระหว่างเรียน อัตราส่วน 25:25:20:30					ทดสอบหลังเรียน (30)
		ด้านความรู้(180)	ทักษะกระบวนการ(432)	คุณลักษณะ(108)	ทดสอบย่อย(30)	ด้านความรู้(25)	ทักษะกระบวนการ(25)	คุณลักษณะ(20)	ทดสอบย่อย(30)	รวม (100)	
21	4	140	346	107	17.00	19.44	20.02	19.81	17.00	76.28	25
22	5	132	344	101	17.00	18.33	19.91	18.70	17.00	73.94	23
23	7	161	371	108	21.50	22.36	21.47	20.00	21.50	85.33	20
24	7	134	341	108	16.00	18.61	19.73	20.00	16.00	74.34	22
25	10	129	347	108	18.50	17.92	20.08	20.00	18.50	76.50	25
26	8	136	340	108	18.50	18.89	19.68	20.00	18.50	77.06	28
27	5	145	348	104	19.00	20.14	20.14	19.26	19.00	78.54	23
28	4	135	340	104	16.50	18.75	19.68	19.26	16.50	74.19	25
29	2	168	403	108	28.00	23.33	23.32	20.00	28.00	94.66	29
30	1	145	353	106	18.50	20.14	20.43	19.63	18.50	78.70	23
31	10	148	349	103	18.50	20.56	20.20	19.07	18.50	78.33	21
32	8	137	347	102	19.50	19.03	20.08	18.89	19.50	77.50	22
33	9	168	403	108	29.00	23.33	23.32	20.00	29.00	95.66	28
34	6	149	378	105	21.00	20.69	21.88	19.44	21.00	83.01	23
35	4	132	345	96	17.50	18.33	19.97	17.78	17.50	73.58	21
36	7	145	348	96	18.00	20.14	20.14	17.78	18.00	76.06	22
รวม	207	5092	12622	3777	669	707.22	730.44	699.44	669	2806.1	813
ค่าเฉลี่ย	5.75	141.44	350.61	104.92	18.58	19.65	20.29	19.43	18.58	77.95	22.58
SD	2.66	10.87	16.89	3.59	2.89	1.50	0.97	0.66	2.89	5.27	2.70
ร้อยละ	19.17	78.58	81.16	97.15	61.94	78.58	81.16	97.15	61.94	77.95	75.28



ภาคผนวก ฉ

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ  
หนังสือขอความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือวิจัย







ที่ ศธ 0530.4(2)/ ก 281

คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๙ พฤษภาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต เอี่ยมเจริญ

ด้วย นางสาวเสาวนิตย์ อาจวิชัย นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิติตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร มากต่น)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์  
โทร./ โทรสาร. 0-4375-4244





## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ โทร.0-4375-4244 ภายใน 1102

ที่ ศธ 0530.4(2)/260

วันที่ 2 พฤษภาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ

ด้วย นางสาวเสาวนิตย์ อาจวิชัย นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยภัทร บุชบาบดินทร์)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์





ที่ ศธ 0530.4(2)/ @ 281

คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

8 พฤษภาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณครูยุพิน พลเรือง ครูชำนาญการพิเศษ

ด้วย นางสาวเสาวนิตย์ อัจฉริย์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีโอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซโพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร มากต่น)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์

โทร./ โทรสาร. 0 - 4375 - 4244





ที่ ศธ 0530.4(2)/ จ ๒๘1

คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๘ พฤษภาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณครูพัฒนาพร เขจรนิตย์ ครูชำนาญการพิเศษ

ด้วย นางสาวเสาวนิตย์ อัจฉวิชัย นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีโอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิติตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร มากตุ่น)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์

โทร./ โทรสาร. 0-4375-4244





ที่ ศธ 0530.4(2)/ ก ๒๘๑

คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๘ พฤษภาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณครูจุฑาภรณ์ วิเชียรภักดิ์ ครูชำนาญการพิเศษ

ด้วย นางสาวเสาวนิตย์ อาจวิชัย นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิติตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร มากตุ่น)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์

โทร./ โทรสาร. 0 - 4375 - 4244





ที่ ศธ 0530.4(2)/ 336

รับที่	1667/2560
วันที่	16 มิ.ย. 60
เวลา	08.30 น.
จังหวัดกาฬสินธุ์	

คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๙ มิถุนายน 2560

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์

ด้วย นางสาวเสาวนิตย์ อางวิชัย นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสที เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวเสาวนิตย์ อางวิชัย ทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 และ 5/13 ซึ่งอยู่ในโรงเรียนของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือระหว่างวันที่ 19 มิถุนายน 2560 ถึงวันที่ 28 กรกฎาคม 2560

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า จักได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

นายการโรงเรียน

ขอแสดงความนับถือ

ดร.เสาวนิตย์ อางวิชัย  
นางสาวเสาวนิตย์ อางวิชัย

(ศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร มากตุ่น)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เคารพมอบ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

โปรดทราบ/พิจารณา

 ทราบ อนุญาต / อนุมัติขอบ/แจ้ง  กลุ่มอำนวยการ กลุ่มบริหารงาน กลุ่มบริหารงานกิจการนักศึกษา / กลุ่มบริหารงาน สำนัก-กลุ่มอำนวยการ

ภาควิชาคณิตศาสตร์

โทร./โทรสาร. 0-4374-5244

คำสั่ง





ที่ ศธ 0530.4(2) / 433

มหาวิทยาลัยราชภัฏ
วันที่ 23/02/60
ที่ 2 ค-๑๖๐
เลข ๐๕๑๐๒
จังหวัดขอนแก่น

คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44150

31 กรกฎาคม 2560

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์

ด้วย นางสาวเสาวนิตย์ อาจวิชัย นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัยในครั้งนี้

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวเสาวนิตย์ อาจวิชัย ใช้เครื่องมือในการสอนเพื่อการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 และ 5/14 ซึ่งอยู่ในโรงเรียนของท่าน ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2560 ถึงวันที่ 15 กันยายน 2560

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้อำนวยการโรงเรียน

..... ขอแสดงความนับถือ

.....

.....

..... (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต บุญปก)

..... รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์

..... รักษาการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

2 ค.ค.๖๐ ปฏิบัติราชการพิเศษอธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

 อนุญาต อนุมัติ.....  กลุ่มอำนวยการ กลุ่มบริหารงานทั่วไป สำนักงานอธิการบดี

ภาควิชาคณิตศาสตร์

โทร./โทรสาร. 0-4374-5244

กำลัง .....



ประวัติย่อผู้วิจัย





## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นางสาวเสาวนิตย์ อัจฉริยชัย
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523
จังหวัด และสถานที่เกิด	จังหวัดมุกดาหาร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2534	ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านแวง อำเภอหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร
พ.ศ. 2537	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนหนองแวงวิทยาคม อำเภอหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร
พ.ศ. 2541	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหนองสูงสามัคคีวิทยา อำเภอหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร
พ.ศ. 2546	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาสถิติ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2561	ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำแหน่งสถานที่ทำงาน	ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	บ้านเลขที่ 66/5 ถนนอรรถเปศล อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000
ทุนวิจัย	ทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

