

การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
The Geometer's Sketchpad : GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ธัญญ์ชยา ชูชาย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมิน
มหาวิทยาลัยทักษิณ

2552



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมิน
มหาวิทยาลัยทักษิณ

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

The Geometer's Sketchpad : GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2

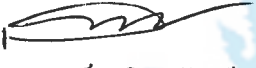
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ-ชื่อสกุลผู้ทำวิทยานิพนธ์ : นางธัญญชยา ชูชาย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์


(อาจารย์ ดร. สุธาสินี บุญญาพิทักษ์)

ประธานที่ปรึกษา

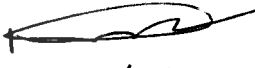

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสริม ทศศรี)

กรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์


(อาจารย์ ดร. สุธาสินี บุญญาพิทักษ์)

ประธานกรรมการ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสริม ทศศรี)

กรรมการ

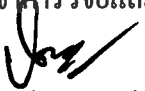

(อาจารย์ ดร. สุริยา เหมตะศิลป์)

กรรมการ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรวดี กระโหมวงศ์)

กรรมการ

มหาวิทยาลัยทักษิณอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมิน ของมหาวิทยาลัยทักษิณ


(รองศาสตราจารย์ประดิษฐ์ มีสุข)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ... เดือน ... ปี พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยทักษิณ

บทคัดย่อ

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

The Geometer's Sketchpad : GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ – ชื่อสกุลผู้ทำวิทยานิพนธ์ : นางธัญญา ชูชาย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อาจารย์ ดร. สุรธานี บุญญาพิทักษ์ และ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสริม ทศศรี

ปริญญาและสาขาวิชา : ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมิน

ปีการศึกษาที่สำเร็จ : 2551

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (research and development) บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้มีความสอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้อง 2) เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP 3) เพื่อทดลองใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และประเมินประสิทธิผลด้านความรู้ ความเข้าใจและทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ มีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เป็นการรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาสร้างบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ และการประเมินตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ขั้นตอนที่ 3 การนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ไปใช้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

ผลการศึกษา ขั้นตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในการสนทนาและการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการของครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตวิเคราะห์ควรมีความหลากหลาย เน้นความเป็นรูปธรรม ฝึกปฏิบัติจริงด้วยตนเอง โดยนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP มาใช้ ในการจัดกิจกรรม ขั้นตอนที่ 2 ผลการสร้างแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP จากการประเมินหาความสอดคล้อง และความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP มีความสอดคล้องและมีความเหมาะสมโดยรวม อยู่ในระดับมาก ขั้นตอนที่ 3 ผลการนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ไปทดลองใช้กับนักเรียน พบว่า 1) ผลการใช้บทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนห้องที่ 1 มีคะแนนผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 80.42 และหลังเรียนเท่ากับ 80.09 ส่วนคะแนน ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 80.22 และหลังเรียนเท่ากับ 80.10 สอดคล้องกับการนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ไปทดลองใช้กับ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างห้องที่ 2 พบว่า มีคะแนนผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับ เรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 81.38 และหลังเรียนเท่ากับ 81.29 ส่วนคะแนนผลการ ประเมินความก้าวหน้าทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 81.26 และหลังเรียนเท่ากับ 80.95 จากผลการนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ไปใช้ทั้งสองห้องเรียน สามารถยืนยันได้ว่าบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80 2) ประสิทธิผลจากการ พัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียน พบว่า มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Abstract

**Dissertation Title : Improving Mathayomsuksa 4 students' Analytic geometry lessons of
Mathematic Foundation 2 by using the computer program
(The Geometer's Sketchpad : GSP)**

Student's Name : Mrs.Tanchaya Chuchai

**Advisory Committee : Dr. Suthasinee Boonyapithak and
Asst. Prof. Dr. Serm Tatsri**

Degree and Program : Master of Education Program in Research and Evaluation

Academic Year : 2008

This was the research and development of Mathayomsuksa 4 Analytic geometry lessons of Mathematic Foundation 2 by using the computer program. (The Geometer's Sketchpad : GSP). There were three proposes in this study: (1) to study and analysis learning activity management basic data which harmonized the problems and the needs of the concerned people, (2) to create and assess the quality of Analytic geometry lessons by using the computer program (The Geometer's Sketchpad : GSP), (3) to experiment with the Analytic geometry lessons' using the computer program (The Geometer's Sketchpad : GSP) assessing the Analytic geometry lessons effectiveness at standard scale 80/80 and the effectiveness of knowledge, understanding and solving problem skills process in Analytic geometry. There were three procedures in this study: firstly, study and analysis basic data which was collected to create the Analytic geometry lessons by using the computer program (The Geometer's Sketchpad : GSP) harmonized the problems and the needs of learning activities management. In the second stage consisting of two parts, the creating of Analytic geometry lessons and the quality assessment of drafting Analytic geometry lessons. For the third stage, using the Analytic geometry lessons in order to assess the effectiveness and the efficiency of Analytic geometry lessons.

The findings of the study are as follows:

1. For the basic data analysis, the results from the informal conversation and the interview with the teachers who taught Mathematic substance learning group showed that

learning Analytic geometry activities should be various managed by aspect of concrete object and real self practice with the computer program (The Geometer's Sketchpad : GSP).

2. In the second stage, the results of drafting Analytic geometry lessons by using the computer program (The Geometer's Sketchpad : GSP) assessed by the harmony and appropriation of the experts were found that the harmony and appropriation of the lessons were in the high level.

3. The results from the last stage, applying the Analytic geometry lessons by using the computer program (The Geometer's Sketchpad : GSP), was found that the subjects in the first class gained the knowledge and understanding in Analytic geometry scores during learning were 80.42 and after learning were 80.09. The assessment of solving problem skills process in Analytic geometry during learning were 80.22 and after learning were 80.10. With the corresponding results from the second group, the scores of knowledge and understanding in Analytic geometry assessment during learning of the second group were 81.38 and after learning were 81.29. For the progressive scores of solving problem skills process in Analytic geometry during learning were 81.26 and after learning were 80.95. From the findings of employing Analytic geometry lessons with both experimental groups confirmed that 1) Analytic geometry lessons by using the computer program (The Geometer's Sketchpad : GSP) were effective at standard scale 80/80. 2) The students' effectiveness of improving knowledge understanding and developing solving problem process skills in Analytic geometry were found that the post learning scores were higher than the pre learning scores which were significantly differ at the level of .05

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสะดวก กรุณา ช่วยเหลือ แนะนำ และการให้คำปรึกษาอย่างดียิ่ง จากอาจารย์ ดร.สุธาสนี บุญญาพิทักษ์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสริม ทศศรี กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.สุริยา เหมตะศิลป์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรวดี กระโหมวงศ์ กรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ วิธีการ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ยิ่ง ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และได้กรุณาตรวจสอบ ปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียนสุจริตินวิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย ตลอดจนครูอาจารย์และนักเรียนทุกท่านที่เป็นกลุ่มตัวอย่างให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ สาขาวิชาการวิจัยและประเมินทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและส่งเสริมกำลังใจด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ นายแสวง ศรีสุวรรณ นางดี ศรีสุวรรณ ญาติพี่น้อง สามิและบุตรอันเป็นที่รัก ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนทั้งด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ด้วยดีตลอดมา นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมด จึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คุณค่าทั้งหลายที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบพระคุณเป็นกตัญญูตเวทีแด่บิดามารดา และบูรพาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน รวมทั้งผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธัญญ์ชยา ชูชาย

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
สมมติฐานของการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
ขอบเขตของการวิจัย	6
ข้อจำกัดในการวิจัย	9
นิยามศัพท์เฉพาะ	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรกลุ่มสาระคณิตศาสตร์	14
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์	32
การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	32
แนวการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด	33
แนวการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์	33
ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการสร้างสรรค์ความรู้	35
การเรียนการสอนเรขาคณิต	36
รูปแบบของการจัดการเรียนรู้	41
องค์ประกอบสำคัญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์	47
การวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์	49
สื่อการเรียนรู้	55
การเรียนรู้	59
ความหมายของสื่อการเรียนรู้	62
ความสำคัญของสื่อการเรียนรู้	62
คุณลักษณะของสื่อการเรียนรู้	63
ประเภทของสื่อการเรียนรู้	63
แนวทางในการพัฒนาและการใช้สื่อการเรียนรู้	64

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้	65
ขั้นตอนและวิธีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้	75
ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	80
ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์	80
ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์	81
แนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	84
ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	87
ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา	89
วิธีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา	91
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	92
งานวิจัยในประเทศ	92
งานวิจัยต่างประเทศ	97
กรอบแนวคิดในการวิจัย	99
3 วิธีดำเนินการวิจัย	101
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน	103
ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของบทเรียน	104
ขั้นตอนที่ 3 การนำบทเรียนทดลองใช้และการประเมินผล	108
4 ผลการวิจัย	115
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน	115
ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของบทเรียน	116
ขั้นตอนที่ 3 การนำบทเรียนทดลองใช้และการประเมินผล	120
5 บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	128
บทย่อ	128
สรุปผล	130
อภิปรายผล	132
ข้อเสนอแนะ	136

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม	138
ภาคผนวก	143
ภาคผนวก ก	144
ภาคผนวก ข	146
ภาคผนวก ค	155
ภาคผนวก ง	171
ภาคผนวก จ	188
ประวัติย่อผู้วิจัย	195



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	โครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน	18
2	โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสุทธีรวิทยา ช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4 – ม.6) เน้นวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์	19
3	โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสุทธีรวิทยา ช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4 – ม.6) เน้นทั่วไป	20
4	โครงสร้างกลุ่มสาระคณิตศาสตร์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน 2 ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	24
5	สมรรถภาพและพฤติกรรมที่แสดงออกในการประเมินความรู้ ความคิด	55
6	บทบาทของครูในการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	58
7	บทบาทของนักเรียนในการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	59
8	การประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ ในแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์	147
9	การหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์	149
10	ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากแบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหา เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์	150
11	การประเมินความสอดคล้องของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP	151
12	การประเมินความเหมาะสมของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP	153
13	การหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ห้องที่ 1	172

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
14 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ห้องที่ 1	174
15 การหาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ห้องที่ 1	176
16 การหาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตวิเคราะห์ ห้องที่ 1	178
17 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ห้องที่ 2	180
18 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ห้องที่ 2	182
19 การหาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ห้องที่ 2	184
20 การหาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตวิเคราะห์ ห้องที่ 2	186

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1 ความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ	27
2 การให้ข้อมูลของครูแก่นักเรียน	35
3 การให้ข้อมูลแลกเปลี่ยนระหว่างครูกับนักเรียน	36
4 ลำดับขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	44
5 ความสัมพันธ์ระหว่างหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ การวัดผล	48
6 ความสัมพันธ์ของขั้นตอนการวัดผลประเมินผล	52
7 ความสัมพันธ์ของการประเมินตามสภาพจริง	54
8 โมเดลการใช้สื่อการเรียนรู้	66
9 การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) แสดงผลงานศิลปะ	70
10 ส่วนประกอบของกล่อง และการประกอบกล่อง	70
11 การสร้างรูปวงกลมและการหาความยาวของส่วนต่าง ๆ	71
12 การสร้างวงรีโดยอาศัยการสร้างรอยของรูปวงกลม 2 วง	71
13 การหาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติ	72
14 การสร้างแฟร็กทัล (Fractal) การทำซ้ำ	74
15 รูปแบบการพัฒนาสื่อการสอนของ แสนนาฟีนและแพค	75
16 แบบจำลองระบบการผลิตสื่อการสอนของหน่วยศึกษานิเทศก์	76
17 ขั้นตอนและวิธีการพัฒนาสื่อการสอนของมหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช	77
18 กรอบแนวคิดในการวิจัย	100
19 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ (เส้นตรง)	102
20 หน้าเมนูหลักของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์	189
21 คำชี้แจงในบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์	189
22 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์	190
23 หน้าเตรียมพร้อมของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์	190
24 หน้าเนื้อหาของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์	191
25 หน้าตัวอย่างของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์	191

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
26 หน้าตัวอย่างของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์	192
27 หน้าแบบฝึกของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์	192
28 หน้าเฉลยแบบฝึกของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์	193
29 หน้ากิจกรรมของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์	193
30 หน้าแบบทดสอบของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์	194
31 หน้าจบการนำเสนอของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์	194



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 ที่กล่าวถึงแนวการจัดการศึกษาในมาตรา 22 ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542 : 12) กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีบทบาทสำคัญยิ่งเพราะการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้จากแหล่งต่าง ๆ กัน ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องรอรับความรู้จากผู้สอนแต่ฝ่ายเดียว ผู้เรียนอาจค้นคว้าด้วยตนเอง เช่น ทำโครงการคณิตศาสตร์ หรืออาจจะศึกษาจากบทเรียนที่ผู้สอนเตรียมให้ ผู้สอนอาจเตรียมสื่อสิ่งพิมพ์ สื่อประเภทวัสดุประติมากรรม เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน แต่ผู้เรียนจะต้องศึกษาและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเท่าที่จะสามารถทำได้ (ยุพิน พิพิธกุล. 2543 : 27) การศึกษาควรใช้ความจริงเป็นตัวตั้ง ซึ่งมี 3 เรื่อง คือ (1) ศึกษาให้รู้จักตนเอง (2) ศึกษาให้เข้าใจสภาพแวดล้อม (3) ศึกษาให้เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสภาพแวดล้อมและการจัดการศึกษาให้เกิดความสัมพันธ์เกื้อกูลต่อกัน และใช้วิชาเป็นตัวประกอบและควรปรับวิธีการเรียนรู้ ดังนี้ (1) ลดการเรียนรู้ท่องจำวิชาต่าง ๆ (2) เน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ กิจกรรม และการทำงาน (3) นำประสบการณ์ ความรู้จากการทำกิจกรรมมาสังเคราะห์เป็นปัญหาที่สูงขึ้น เช่น ฝึกสังเกตในสิ่งที่ตนทำ ฝึกการบันทึก ฝึกการนำเสนอ หัดฟัง ฝึกการบูรณา-วิชันนา ฝึกตั้งคำถาม ฝึกค้นหาคำตอบ ฝึกทำวิจัย และฝึกเชื่อมโยงความรู้ (ประเวศ วะสี. 2542 : 8-11)

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เป็นไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เทคโนโลยีสารสนเทศที่พัฒนาอย่างล้ำสมัย วิชาคณิตศาสตร์ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวาง เพื่อให้ทันต่อเหตุการณ์และความก้าวหน้าของสังคม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังป่านทอง กุลนาถศิริ (2543 : 14-15 อ้างอิงจาก NTCM. 1998) ว่าประเทศจะพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ก็ต่อเมื่อประเทศนั้นได้พัฒนาทางด้านคณิตศาสตร์แล้วเป็นอย่างดี ดังนั้นในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงจำเป็นต้องพัฒนาด้านคณิตศาสตร์ก่อน เพราะความรู้ทาง

คณิตศาสตร์จะเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญและจำเป็น และเป็นเครื่องมือที่มนุษย์จะได้นำไปใช้ในการพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เจริญก้าวหน้าต่อไป

การจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมต้องสอดคล้องกับวุฒิภาวะ ความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงจากการฝึกปฏิบัติ ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอนต้องผสมผสานสาระทั้งด้านเนื้อหาและด้านทักษะกระบวนการ ตลอดจนปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่ดีงาม ถูกต้องเหมาะสมให้แก่ผู้เรียน ผู้สอนควรคำนึงถึงความสนใจ ความถนัดของผู้เรียนและความแตกต่างของผู้เรียน การจัดสาระการเรียนรู้จึงควรจัดให้มีหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจ รูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรมีหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้นเรียน เรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เรียนเป็นรายบุคคล สถานที่ที่จัดก็ควรมีทั้งในห้องเรียน นอกห้องเรียน มีการจัดให้ผู้เรียนได้ไปศึกษาในแหล่งวิทยาการต่าง ๆ ที่อยู่ชุมชนหรือในท้องถิ่น จัดให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ความเหมาะสมของผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติจริง ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็น รู้จักการ บูรณาการความรู้ด้านต่าง ๆ เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ รวมถึงการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักประเมินผลงานและปรับปรุงงาน ตลอดจนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ในชีวิตและอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545 : 184-185)

จากรายงานสรุปแผนพัฒนาการศึกษาในระยะที่ 8 ทางด้านการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผลการประเมินพบว่าการศึกษาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสะสมในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ เฉลี่ยตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไปต่ำกว่าเป้าหมายมาก ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการศึกษาในด้านนี้ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร (กรมสามัญศึกษา. 2545)

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานเป็น 6 สาระ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545 : 13-14) ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น และทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

เรขาคณิตเป็นพื้นฐานหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังที่ปานทอง กุลนาถศิริ (2543 : 3) กล่าวว่า หลักสูตรคณิตศาสตร์ไม่ว่ายุคสมัยใด จะมีการพัฒนาปรับปรุงอย่างไร

เรขาคณิตจะต้องเป็นสาขาหนึ่งที่ผู้พัฒนาเห็นสมควรให้บรรจุลงในหลักสูตร ธรรมชาติของวิชาเรขาคณิตเป็นวิชาที่จะสอนให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีวิจารณญาณ ช่างสังเกต ช่างสำรวจ มีเหตุผล ดังนั้นหากผู้สอนได้จัดกิจกรรมที่เหมาะสมและถูกต้องก็จะช่วยให้เยาวชน เป็นเยาวชนที่มีคุณภาพ ดังกล่าว อันเป็นลักษณะที่พึงประสงค์ของชาติ เรขาคณิตจึงต้องเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญและจำเป็นเนื้อหาหนึ่ง ที่จะต้องบรรจุไว้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ในทุกระดับ ซึ่งในสาระเรขาคณิตประกอบด้วย 2 มาตรฐาน คือ (1) อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้ (2) ใช้การนิยามให้เหตุผลเชิงปริภูมิและใช้แบบจำลองทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหาได้ และในสาระการเรียนรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรขาคณิตนั้นมีเนื้อหาใหม่เข้ามาหลายเรื่อง โดยเฉพาะในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต จากมาตรฐานการเรียนรู้ จะกำหนดให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต ในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน การนำไปใช้ สามารถบอกภาพที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน รูปต้นแบบ และสามารถอธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏ เมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้นให้ โดยมีผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี คือ นักเรียนมีความสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนไปใช้ได้ และยังสามารถวิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างรูปต้นแบบและรูปที่ได้จากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนได้

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้คาดหวังคุณภาพของผู้เรียนในข้อหนึ่งที่ว่าให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตพร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ แต่ในการเรียนการสอนเรขาคณิตนั้น ปัญหาที่พบมากประการหนึ่งคือการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ เหตุผลที่เป็นเช่นนี้ วัฒนา มณีวงศ์ (2542ข : 3 อ้างอิงจาก ชูลีพร. 2533) กล่าวว่า สิ่งที่เป็นปัญหาสำหรับนักเรียนทำให้เรียนเรขาคณิตไม่ได้ผลคือเท่าที่ควร คือ นักเรียนไม่สามารถหาแนวทางการพิสูจน์ได้เอง ใช้วิธีท่องจำการพิสูจน์ นักเรียนเขียนรูปไม่ถูกต้องและมักเขียนรูปตามความคุ้นเคยหรือเข้าข้างตนเองไม่อยู่ในรูปทั่ว ๆ ไป สรุปผลหรืออ้างอิงจากการดูรูปหรือจากการทดลอง เป็นต้น

นอกจากนี้ วัฒนา มณีวงศ์ (2542ก : 3) ได้กล่าวว่า เนื้อหาเรขาคณิตถือว่ามีความสำคัญแต่ในปัจจุบันพบว่าการเรียนการสอนเรขาคณิตเป็นปัญหามากสำหรับครูคณิตศาสตร์ นักเรียนไม่ชอบการพิสูจน์เรขาคณิต ไม่ทราบแนวทางในการพิสูจน์ นักเรียนไม่ทราบว่าจะเริ่มดำเนินการพิสูจน์อย่างไร ไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่มียู่หรือสิ่งที่ทราบมาเป็นเหตุผลในการพิสูจน์ นักเรียนขาดทักษะการให้เหตุผล

จากสภาพปัญหาการเรียนวิชาเรขาคณิตที่กล่าวมาข้างต้น จึงมีครูและนักคณิตศาสตร์หลายท่านได้พยายามศึกษาค้นคว้าเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งในปัจจุบันสถาบันส่งเสริม

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ซื้อลิขสิทธิ์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP เป็นโปรแกรมที่ครูสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรขาคณิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะสามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว (animation) มาใช้อธิบายเนื้อหาหายาก ๆ ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น เช่น ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ (เรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส) ฟิสิกส์ (กลศาสตร์ แสง กลิ่น)) ให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว และโปรแกรมยังเน้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตัวเอง จะช่วยให้ผู้เรียนได้สำรวจเนื้อหาและพัฒนาความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาสาระต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ยังเป็นโปรแกรมที่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจน โดยอาศัยแนวคิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา คือ การทำความเข้าใจกับปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหา การลงมือแก้ปัญหา และการตรวจสอบ ซึ่งทุกขั้นตอนของโพลยา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP สามารถที่จะนำมาสำรวจ และตรวจสอบได้ทุกขั้นตอน โดยเฉพาะการลงมือแก้ปัญหา และการตรวจสอบ ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP สามารถที่จะพิสูจน์ให้เห็นได้อย่างชัดเจนตามเงื่อนไข นั่นหมายความว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาได้อีกโปรแกรมหนึ่ง ซึ่งนอกจากจะช่วยให้เห็นถึงการพิสูจน์ที่ชัดเจนแล้ว ยังช่วยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อพิสูจน์และสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ ซึ่งได้มีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ไปใช้แล้วปรากฏผลดังนี้ พรไพโร เผ่าอินจันทร์ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานที่ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต และสามารถอธิบายโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

การจัดการเรียนรู้เรขาคณิตโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP เป็นโปรแกรมที่สามารถนำมาพิสูจน์เรขาคณิต ส่งเสริมให้นักเรียนมีการสำรวจ ตั้งข้อคาดเดา สืบเสาะหาเหตุผล และสร้างองค์ความรู้ให้กับตนเองได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำเนื้อหาเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ มาจัดทำเป็นบทเรียน ซึ่งสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP เป็นสื่อในการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับความรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เรขาคณิตให้มีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (research and development) บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP รายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้มีความสอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้อง
2. เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP โดยนำประเด็นการศึกษาจากขั้นตอนที่ 1 มาเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP
3. เพื่อทดลองใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และประเมินประสิทธิผลด้านความรู้ความเข้าใจและทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์

สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80
2. หลังเรียนด้วยบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะได้รับประโยชน์คือ

1. ได้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. ได้แนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในปัจจุบัน และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3. ได้แนวทางการพัฒนาสื่อประกอบการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งของครูและบุคลากรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและมีความสนใจทางด้านนี้ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนมากที่สุด

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย เพื่อให้ได้ทราบถึงความจำเป็นในการกำหนดขอบเขตในแต่ละด้านและความชัดเจนในการศึกษา ว่าได้ศึกษาถึงเรื่องใดบ้าง ซึ่งได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. รูปแบบวิธีวิจัยและพัฒนา ได้ดำเนินการวิจัย เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เป็นการรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวิธีดำเนินการดังนี้ คือ

1.1 การสนทนาและสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ของครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาประเด็นปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์

1.2 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

1.3 ศึกษาตำรา วารสาร คู่มือครูและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ สื่อการสอน การออกแบบสื่อการสอน หลักการผลิตสื่อการสอน ทฤษฎีการเรียนรู้การสร้างความรู้ (Constructivism) แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP โดยการดำเนินการสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ และตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งพิจารณาจากความเหมาะสมและความสอดคล้ององค์ประกอบ ของบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 คน รวม 7 คน

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP โดยได้ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนในห้องเรียนที่ 1 จำนวน 39 คน และห้องเรียนที่ 2 จำนวน 31 คน ได้ดำเนินการตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 17 ชั่วโมง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ตามเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80 รวมทั้งประเมินหาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ในด้านความรู้ ความเข้าใจและทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ เพื่อยืนยันถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น

2. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ประกอบด้วย หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประจำปีการศึกษา 2551 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคามเขต 2

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 3 กลุ่ม

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2551 โรงเรียนสุจริตวิทยา จำนวน 4 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ได้แก่

2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นบุคคลในหน่วยงานสถานศึกษาที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 คน

2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ประกอบด้วย บุคคลที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 2 คน

2.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ประกอบด้วย บุคคลในหน่วยงานสถานศึกษาที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 2 คน

3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนที่ 3 การนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ทดลองใช้ เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุทรีนวิทยา ประจำปีการศึกษา 2551 จำนวน 1 กลุ่ม ประกอบด้วย 2 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนในห้องเรียนที่ 1 จำนวน 39 คน และห้องเรียนที่ 2 จำนวน 31 คน โดยดำเนินการตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 17 ชั่วโมง

ขอบเขตด้านเนื้อหา

กรอบเนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ในรายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP version 4.06 ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งเนื้อหา ออกเป็น 7 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 ระยะห่างระหว่างจุดสองจุด

เรื่องที่ 2 จุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด

เรื่องที่ 3 ความชันของเส้นตรง

เรื่องที่ 4 เส้นขนาน

เรื่องที่ 5 เส้นตั้งฉาก

เรื่องที่ 6 ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง

เรื่องที่ 7 ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด

เนื้อหาเรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์” ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา คู่มือครู และหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 011 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2533 : 199 - 244) และหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544 : 130 - 168) และจากเอกสาร คู่มือ อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง “เรขาคณิตวิเคราะห์”

ขอบเขตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การวิจัยครั้งนี้ได้รวบรวมแนวคิดทางทฤษฎีการเรียนรู้ เป็นแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ฝึกให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพราะการเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์ตรง และจากการทำซ้ำ หลาย ๆ ครั้ง โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถนำมาใช้เพื่อการพิสูจน์เรขาคณิต ส่งเสริมให้นักเรียนมีการสำรวจ ตั้งข้อคาดเดา สืบเสาะหาเหตุผล และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมาเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ซึ่งในบทเรียนจะประกอบด้วย ชื่อบทเรียน คำชี้แจง จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาสาระ กิจกรรม และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ เพื่อประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียน โดยกิจกรรมจะเน้นให้ผู้เรียนได้

ทำการสำรวจ เพื่อมองหาลักษณะสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนคิดว่ามีความเป็นไปได้ในรูปเรขาคณิตที่มีเงื่อนไขตามกำหนด แล้วนักเรียนบันทึกไว้ในลักษณะการตั้งข้อคาดเดาต่างๆ ต่อจากนั้นก็ทำการพิสูจน์ สำรวจ สืบเสาะหาเหตุผล ที่มีการตรวจสอบข้อคาดเดาแต่ละข้อที่ตั้งไว้ โดยการตรวจสอบนั้นพิจารณาจากรูปเรขาคณิตที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ทำการโยกย้ายไปมาในลักษณะต่าง ๆ ที่เงื่อนไขเกี่ยวกับรูปยังเป็นไปตามกำหนด เพื่อพิจารณาว่าผลตามข้อคาดเดาที่ตั้งขึ้นมามีความเป็นไปได้เพียงใด ถ้ามีตัวอย่างค้านที่แสดงผลไม่เป็นไปตามข้อคาดเดาปรากฏให้เห็น ก็แสดงว่าข้อคาดเดาที่ตั้งขึ้นมานั้นไม่ถูกต้อง แต่ถ้าไม่พบตัวอย่างค้านก็แสดงว่า ข้อคาดเดาที่ตั้งขึ้นมานั้นก็น่าจะถูกต้อง ซึ่งนักเรียนอาจต้องหาเหตุผลตามความเหมาะสมเพื่อมาแสดงว่า ข้อคาดเดาดังกล่าวถูกต้องแน่นอน ทั้งนี้ครูยังมีความสำคัญในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การให้คำแนะนำและความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP การกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติ ตอบข้อซักถาม และการช่วยให้นักเรียนสรุปเนื้อหา

จะเห็นว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยประเด็นสำคัญ 2 ประเด็นด้วยกัน คือ ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ของนักเรียน ซึ่งเป็นประเด็นที่จะนำไปใช้ในการศึกษา เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ตามเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80

ขอบเขตด้านเวลา

การวิจัยครั้งนี้กำหนดเวลาในการดำเนินการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 รวมเวลาเรียนทั้งหมด 17 ชั่วโมง ซึ่งได้แบ่งเป็น การแนะนำการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad : GSP จำนวน 3 ชั่วโมง ส่วนเนื้อหาที่เรียนในแต่ละเรื่องใช้เวลาเรียนเรื่องละ 2 ชั่วโมง โดยดำเนินการสอนทุกวัน ๆ ละ 2 ชั่วโมง

ข้อจำกัดในการวิจัย

ในเก็บรวบรวมข้อมูลต้องใช้เวลาทั้งหมด 17 ชั่วโมง ซึ่งมีเวลาไม่เพียงพอต่อการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษานำร่อง ผู้วิจัยจึงทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน โดยใช้เวลาเดียวกันในการทดลองแทนการศึกษานำร่อง เพื่อยืนยันถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ระหว่างนักเรียน 2 ห้องเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP หมายถึง สื่อเทคโนโลยีที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการสร้างสื่อประกอบการสอน เป็นสื่อที่สามารถสร้างรูปเรขาคณิต รูปกราฟต่าง ๆ สามารถเลื่อน หมุน ยืด หด พลิกได้ สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหวมาใช้เชื่อมโยงการอธิบายเนื้อหาต่าง ๆ ได้ ซึ่งนำไปสู่การพิสูจน์ การสำรวจ ตั้งข้อคาดเดา สืบเสาะหาเหตุผล และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

บทเรียน หมายถึง กิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้เรียนจากการลงมือปฏิบัติ ตามกิจกรรม โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำและช่วยเหลือให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

เรขาคณิตวิเคราะห์ หมายถึง กิจกรรมเนื้อหาเรื่อง เส้นตรง ซึ่งมีเนื้อหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด 7 เรื่อง ดังนี้

1. ระยะห่างระหว่างจุดสองจุด
2. จุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด
3. ความชัน
4. เส้นตั้งฉาก
5. เส้นขนาน
6. ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง
7. ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด

บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP หมายถึง กิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรมเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP โดยจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาเพื่อให้นักเรียน ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีครูเป็นผู้คอยแนะนำและช่วยเหลือให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1. คำชี้แจง เป็นคำอธิบายที่บอกให้ผู้ใช้อย่างไรได้ปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น
2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นส่วนที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์จากการเรียนในแต่ละครั้ง
3. เนื้อหาสาระของบทเรียน เป็นส่วนที่เสนอความรู้ให้นักเรียน โดยนักเรียนจะเรียนรู้ได้จากการลงมือปฏิบัติจากคอมพิวเตอร์ตามบทเรียน แล้วนักเรียนสรุปความคิดรวบยอดจากการได้ลงมือปฏิบัติ
4. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ

5. การวัดและประเมินผล เป็นแบบประเมินผลการเรียนรู้ จากการให้นักเรียนได้ทำแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ และการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP

ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนการแสดงการหาคำตอบของปัญหา โดยอาศัย วิธีการ หลักการกระบวนการคิดแก้ปัญหาของโพลยา อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหานั้น ๆ

ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP หมายถึง ขั้นตอนการแสดงการหาคำตอบของปัญหา โดยอาศัย วิธีการ ยุทธวิธี ในการแก้ปัญหา อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP โดยยึดหลักกระบวนการคิดแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา คือ

1. ทำความเข้าใจในปัญหา
2. วางแผนแก้ปัญหา
3. ดำเนินการแก้ปัญหตามแผน
4. ตรวจสอบการแก้ปัญหานั้น ๆ ว่าได้ผลเป็นอย่างไร

รวมทั้งทักษะการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ในการพิสูจน์ เพื่อหาคำตอบของปัญหา

เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP หมายถึง

1) ประสิทธิภาพของสื่อบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้ บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ที่สร้างขึ้น โดยกำหนดเกณฑ์มาตรฐานไว้ที่ 80/80 โดยที่

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของ ความรู้ ความเข้าใจ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของความรู้ ความเข้าใจ เรขาคณิตวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน

2) ประสิทธิภาพของสื่อบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ในการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ของผู้เรียน โดยพิจารณาจาก

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ เรขาคณิตวิเคราะห์ หลังการใช้บทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ สูงกว่า ก่อนการใช้บทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ถือว่าบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์มีประสิทธิภาพ

แบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP หมายถึง ผลคะแนนจากการวัดความรู้ ความเข้าใจ โดยใช้เครื่องมือวัด คือแบบทดสอบในการวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ก่อนและหลังการใช้บทเรียนประกอบการสอน เรขาคณิตวิเคราะห์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบดังกล่าวมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

แบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหา เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP หมายถึง สิ่งที่น่าสนใจในการวัดเพื่อหาค่าคะแนนของการหาคำตอบโดยอาศัย วิธีการ หลักการ กระบวนการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหานั้น ๆ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนโดยยึดหลักกระบวนการคิดแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา มาเป็นรายการในการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP ซึ่งแบบประเมินเป็นแบบรูบริก (rubric) มี 3 ระดับ คือ ดี พอใช้ และปรับปรุง ดังนี้

3 ดี หมายถึง มีความสามารถในการแสดงการหาคำตอบ อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และถูกต้องทุกขั้นตอน แสดงการให้เหตุผล หรือการพิสูจน์ ได้ชัดเจน

2 พอใช้ หมายถึง มีความสามารถในการแสดงการหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอน และไม่สามารถอธิบายเหตุผล หรือการพิสูจน์ได้ชัดเจน

1 ปรับปรุง หมายถึง มีความสามารถในการแสดงการหาคำตอบได้เพียงบางส่วน ไม่ครบทุกขั้นตอน และไม่สามารถอธิบายเหตุผล หรือการพิสูจน์ได้ชัดเจน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยการจัดลำดับการนำเสนอ ดังนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.1 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
 - 2.1.1 แนวการจัดการเรียนรู้
 - 2.1.2 แนวการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์
 - 2.1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการสร้างองค์ความรู้ (constructivism)
 - 2.1.4 การเรียนการสอนเรขาคณิต
 - 2.1.5 รูปแบบของการจัดการเรียนรู้
 - 2.1.6 องค์ประกอบสำคัญในการจัดการเรียนรู้
 - 2.1.7 การวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์
3. สื่อการเรียนรู้
 - 3.1 การเรียนรู้
 - 3.2 ความหมายของสื่อการเรียนรู้
 - 3.3 ความสำคัญของสื่อการเรียนรู้
 - 3.4 คุณลักษณะของสื่อการเรียนรู้
 - 3.5 ประเภทของสื่อการเรียนรู้
 - 3.6 แนวทางในการพัฒนาและการใช้สื่อการเรียนรู้
 - 3.7 การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้
 - 3.7.1 การผลิตสื่อการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์
 - 3.7.2 การผลิตสื่อการเรียนรู้ด้วยโปรแกรม GSP
 - 3.8 ขั้นตอนและวิธีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้
4. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 4.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4.3 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการแก้ปัญหามathematics
- 4.4 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามathematics
- 4.5 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหามathematics
- 4.6 วิธีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามathematics
- 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ
- 6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๔

หลักการ

เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นไปตามแนวนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศ จึงกำหนดหลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ดังนี้

1. เป็นการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนจะได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและเท่าเทียมกัน โดยสังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ
4. เป็นหลักสูตรที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระ เวลา และการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรที่จัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบ ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดจุดหมายซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยในตนเอง ปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์

2. มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน รักการอ่าน รักการเขียน และรักการค้นคว้า
 3. มีความรู้อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ มีทักษะและศักยภาพในการจัดการ การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ปรับวิธีการคิด วิธีการทำงานได้เหมาะสมกับสถานการณ์

4. มีทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญา และทักษะในการดำเนินชีวิต

5. รักการออกกำลังกาย ดูแลตนเองให้มีสุขภาพและบุคลิกภาพที่ดี

6. มีประสิทธิภาพในการผลิตและการบริโภค มีค่านิยมเป็นผู้ผลิตมากกว่าเป็นผู้บริโภค

7. เข้าใจในประวัติศาสตร์ของชาติไทย ภูมิใจในความเป็นไทย เป็นพลเมืองดี ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

8. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษาไทย ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี กีฬา ภูมิปัญญาไทย ทรัพยากรธรรมชาติและพัฒนาสิ่งแวดล้อม

9. รักประเทศชาติและท้องถิ่น มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่สังคมให้สังคม

1.1 โครงสร้างหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เพื่อให้การจัดการศึกษาเป็นไปตามหลักการ จุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ให้สถานศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องมีแนวปฏิบัติในการจัดหลักสูตรสถานศึกษา จึงได้กำหนดโครงสร้างของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานดังนี้

1. ระดับช่วงชั้น

กำหนดหลักสูตรเป็น 4 ช่วงชั้น ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียนดังนี้

ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1–3

ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4–6

ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1–3

ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4–6

2. สาระการเรียนรู้

กำหนดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการการเรียนรู้ คุณลักษณะหรือค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียนเป็น 8 กลุ่ม ดังนี้

1. ภาษาไทย

2. คณิตศาสตร์

3. วิทยาศาสตร์

4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

สาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มนี้ เป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้ โดยอาจจัดเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ประกอบด้วย ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม เป็นสาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาต้องใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างพื้นฐานการคิด และเป็นกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและวิกฤตของชาติ กลุ่มที่สอง ประกอบด้วย สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ เป็นสาระการเรียนรู้ที่เสริมสร้างพื้นฐานความเป็นมนุษย์และสร้างศักยภาพในการคิดและการทำงานอย่างสร้างสรรค์

กลุ่มภาษาต่างประเทศ กำหนดให้เรียนภาษาอังกฤษทุกช่วงชั้น ส่วนภาษาต่างประเทศอื่น ๆ สามารถเลือกจัดการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสม

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดสาระการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มไว้เฉพาะส่วนที่จำเป็นในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนทุกคนเท่านั้น สำหรับส่วนที่ตอบสนองความสามารถ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียนแต่ละคนนั้น สถานศึกษาสามารถกำหนดเพิ่มขึ้นได้ให้สอดคล้องและสนองตอบศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน

3. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

เป็นกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองตามศักยภาพ มุ่งเน้นเพิ่มเติมจากกิจกรรมที่ได้จัดให้เรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่ม การเข้าร่วมและปฏิบัติกิจกรรมที่เหมาะสมร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุขกับกิจกรรมที่เลือกด้วยตนเองตามความถนัดและความสนใจอย่างแท้จริง การพัฒนาที่สำคัญ ได้แก่ การพัฒนาองค์รวมของความเป็นมนุษย์ให้ครบทุกด้าน ทั้งร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม โดยอาจจัดเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสนองนโยบายในการสร้างเยาวชนของชาติให้เป็นผู้มีศีลธรรม จริยธรรม มีระเบียบวินัย และมีคุณภาพ เพื่อพัฒนาองค์รวมของความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ปลูกฝังและสร้างจิตสำนึกของการทำประโยชน์เพื่อสังคมซึ่งสถานศึกษาจะต้องดำเนินการอย่างมีเป้าหมาย มีรูปแบบและวิธีการที่เหมาะสม กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.1 กิจกรรมแนะแนว เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถของผู้เรียนให้เหมาะสมตามความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถค้นพบและพัฒนาศักยภาพของตนเสริมสร้างทักษะชีวิต ภูมิภาวะทางอารมณ์ การเรียนรู้ในเชิงพหุปัญญา และการสร้างสัมพันธภาพที่ดีซึ่งผู้สอนทุกคนต้องทำหน้าที่แนะแนวให้คำปรึกษาด้านชีวิต การศึกษาต่อและการพัฒนาตนเองสู่โลกอาชีพและการมีงานทำ

3.2 กิจกรรมนักเรียน เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเองอย่างครบวงจร ตั้งแต่ศึกษา วิเคราะห์ วางแผน ปฏิบัติตามแผน ประเมิน และปรับปรุงการทำงาน โดยเน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เช่น ลูกเสือ เนตรนารี ยุวกาชาด และผู้นำเพื่อประโยชน์ เป็นต้น

4. มาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม ที่เป็นข้อกำหนดคุณภาพผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมของแต่ละกลุ่ม เพื่อใช้เป็นจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ซึ่งกำหนดเป็น 2 ลักษณะ คือ

4.1 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน

เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน

4.2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบในแต่ละช่วงชั้น คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6

มาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้เฉพาะมาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนทุกคนเท่านั้น สำหรับมาตรฐานการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาในชุมชนและสังคม ภูมิปัญญาท้องถิ่น คุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อเป็นสมาชิกที่ดีของครอบครัว ชุมชน สังคม และประเทศชาติ ตลอดจนมาตรฐานการเรียนรู้ที่เข้มข้นตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน ให้สถานศึกษาพัฒนาเพิ่มเติมได้

5. เวลาเรียน

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดเวลาในการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนไว้ดังนี้

- ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 800-1,000 ชั่วโมง
โดยเฉลี่ยวันละ 4-5 ชั่วโมง
- ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 800-1,000 ชั่วโมง
โดยเฉลี่ยวันละ 4-5 ชั่วโมง
- ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 1,000-1,200 ชั่วโมง
โดยเฉลี่ยวันละ 5-6 ชั่วโมง
- ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 มีเวลาเรียนประมาณปีละไม่น้อยกว่า 1,200 ชั่วโมง
โดยเฉลี่ยวันละไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 โครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ช่วงชั้น	ประถมศึกษา		มัธยมศึกษา	
	ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1-3)	ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-6)	ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3)	ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6)
	← การศึกษาภาคบังคับ →			
	← การศึกษาขั้นพื้นฐาน →			
กลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่ม				
- ภาษาไทย	○	○	○	○
- คณิตศาสตร์	○	○	○	○
- วิทยาศาสตร์	○	○	○	○
- สังคมศึกษา ศาสนา และ วัฒนธรรม	○	○	○	○
- สุขศึกษา และพลศึกษา	□	□	□	□
- ศิลปะ	□	□	□	□
- การงานอาชีพและเทคโนโลยี	□	□	□	□
- ภาษาต่างประเทศ	□	□	□	□
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	△	△	△	△
เวลาเรียน	ประมาณปีละ 800-1,000 ชม.	ประมาณปีละ 800-1,000 ชม.	ประมาณปีละ 1,000-1,200 ชม.	ไม่น้อยกว่าปีละ 1,200 ชม.

หมายเหตุ

- 1) พฐ หมายถึง วิชาพื้นฐาน, พต หมายถึง วิชาเพิ่มเติม
- 2) 1.0 หน่วยกิต มีเท่ากับ 2 ชั่วโมง / สัปดาห์
- 3) ในปีที่ 1 (ม.4) ให้เรียนวิชาพื้นฐาน ในกลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี กลุ่มวิชาคอมพิวเตอร์
- 4) ในปีที่ 1 (ม.4) ให้เรียนวิชาเพิ่มเติม ในกลุ่มสาระสุขศึกษาและพลศึกษา หรือกลุ่มสาระศิลปะ เพียง 1.0 หน่วยกิตเท่านั้น
- 5) ในปีที่ 2 และ 3 (ม.5 – ม.6) ให้เลือกเรียนวิชาเพิ่มเติม ในกลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี กลุ่มสาระศิลปะ กลุ่มสาระสุขศึกษาหรือพลศึกษา เพียง 1.0 หน่วยกิตเท่านั้น

โครงสร้างหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ช่วงชั้นที่ 4

สาระการเรียนรู้พื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ค41101	คณิตศาสตร์ 1	3 ชั่วโมง / สัปดาห์ / ภาค	1.5 หน่วยกิต
ค41102	คณิตศาสตร์ 2	3 ชั่วโมง / สัปดาห์ / ภาค	1.5 หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ค42101	คณิตศาสตร์ 3	3 ชั่วโมง / สัปดาห์ / ภาค	1.5 หน่วยกิต
ค42102	คณิตศาสตร์ 4	3 ชั่วโมง / สัปดาห์ / ภาค	1.5 หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ค43101	คณิตศาสตร์ 5	3 ชั่วโมง / สัปดาห์ / ภาค	1.5 หน่วยกิต
ค43102	คณิตศาสตร์ 6	3 ชั่วโมง / สัปดาห์ / ภาค	1.5 หน่วยกิต

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ค41201	คณิตศาสตร์ 1	2 ชั่วโมง / สัปดาห์ / ภาค	1.0 หน่วยกิต
ค41202	คณิตศาสตร์ 2	2 ชั่วโมง / สัปดาห์ / ภาค	1.0 หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ค42201 คณิตศาสตร์ 3 2 ชั่วโมง / สัปดาห์ / ภาค 1.0 หน่วยกิต

ค42202 คณิตศาสตร์ 4 2 ชั่วโมง / สัปดาห์ / ภาค 1.0 หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ค43201 คณิตศาสตร์ 5 2 ชั่วโมง / สัปดาห์ / ภาค 1.0 หน่วยกิต

ค43202 คณิตศาสตร์ 6 2 ชั่วโมง / สัปดาห์ / ภาค 1.0 หน่วยกิต

1.2 การเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรบูรณาการสาระต่าง ๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ ๑ จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ ๒ การวัด

สาระที่ ๓ เรขาคณิต

สาระที่ ๔ พีชคณิต

สาระที่ ๕ การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ ๖ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับผู้เรียนที่มีความสนใจหรือมีความสามารถสูงทางคณิตศาสตร์ สถานศึกษาอาจ จัดให้ผู้เรียนเรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาให้กว้างขึ้น เข้มข้นขึ้น หรือฝึกทักษะกระบวนการ

1.3 มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษขั้นพื้นฐาน

มาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน มีดังนี้

สาระที่ ๑ : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค ๑.๑ เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค ๑.๒ เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค ๑.๓ ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค ๑.๔ เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ ๒ : การวัด

มาตรฐาน ค ๒.๑ เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค ๒.๒ วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค ๒.๓ แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ ๓ : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค ๓.๑ อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค ๓.๒ ใช้การนีกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ ๔ : พีชคณิต

มาตรฐาน ค ๔.๑ อธิบายและวิเคราะห์รูปแบบ (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน ต่าง ๆ ได้

มาตรฐาน ค ๔.๒ ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้ แก้ปัญหาได้

สาระที่ ๕ : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค ๕.๑ เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค ๕.๒ ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค ๕.๓ ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และ แก้ปัญหาได้

สาระที่ ๖ : ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค ๖.๑ มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค ๖.๒ มีความสามารถในการให้เหตุผลได้

มาตรฐาน ค ๖.๓ มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค ๖.๔ มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

มาตรฐาน ค ๖.๕ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.4 โครงสร้างกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตารางที่ 4 โครงสร้างกลุ่มสาระคณิตศาสตร์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน 2 ช่วงชั้นที่ 4
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รหัสวิชา	รายวิชา	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ภาคเรียนที่	จำนวนชั่วโมง
ค 41101	คณิตศาสตร์ 1	1. เซต	1	9
		2. การให้เหตุผล		9
		3. ตรรกศาสตร์เบื้องต้น		12
		4. ระบบจำนวนจริง		15
		5. ทฤษฎีจำนวน		5
รวม				60
ค 41102	คณิตศาสตร์ 2	1. เรขาคณิตวิเคราะห์	2	35
		2. ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน		25
รวม				60

เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ถูกกำหนดให้อยู่ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 ค 41102
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กำหนดคาบเรียน 35 ชั่วโมง และกำหนดเนื้อหา ดังนี้

1. เส้นตรง

ระยะระหว่างจุดสองจุด

2 ชั่วโมง

จุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด

2 ชั่วโมง

ความชันของเส้นตรง

2 ชั่วโมง

เส้นขนาน

2 ชั่วโมง

เส้นตั้งฉาก

2 ชั่วโมง

ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง

2 ชั่วโมง

ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด

2 ชั่วโมง

2. ภาคตัดกรวย

วงกลม

6 ชั่วโมง

พาราโบล่า	5 ชั่วโมง
วงรี	5 ชั่วโมง
ไฮเพอร์โบล่า	5 ชั่วโมง

จากโครงสร้างกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 ค 41102 ประกอบด้วยเนื้อหาเรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งมี 2 เรื่องใหญ่ ๆ คือ เส้นตรง และภาคตัดกรวย ทั้งสองเรื่องเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน ถ้ามีความเข้าใจในเรื่องเส้นตรงแล้ว เรื่องภาคตัดกรวยก็สามารถที่จะเข้าใจได้ไม่ยากนัก ซึ่งในการจัดกิจกรรมในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้นำเอาเนื้อหาเรื่อง เส้นตรง มาเป็นต้นแบบในการใช้โปรแกรม GSP ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เห็นถึงความเป็นรูปธรรมของเนื้อหาได้มากขึ้น และสามารถนำไปใช้ในเรื่องภาคตัดกรวยได้

ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข กรมวิชาการ. (2545 : 1)

จากความสำคัญดังกล่าว สรุปได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของคนเราเป็นอย่างมากเพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของมนุษย์ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้สามารถคิดได้อย่างมีระบบ มีเหตุผล ปลูกฝังให้เป็นคนสังเกต มีความละเอียดถี่ถ้วน และมีความสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการศึกษาซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้มนุษย์สามารถใช้ชีวิตได้อย่างปกติสุขในสังคมจึงขาดคณิตศาสตร์ไม่ได้ ในหลักสูตรประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ได้กำหนดให้เรียนคณิตศาสตร์เพื่อเป็นการวางรากฐานที่สำคัญให้แก่ประชาชนเพื่อพัฒนาประชาชนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพในสังคม

ธรรมชาติ/ลักษณะเฉพาะของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วย คำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ขึ้นและนำไปใช้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์มีความถูกต้องที่เที่ยงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตัวเอง คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบและความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกันในการสื่อสาร สื่อความหมาย และถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545 : 2)

วิสัยทัศน์

การศึกษาคณิตศาสตร์มีสำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นการศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียง สามารถนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาคือ ดังนั้นจึงเป็นความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ และต้องการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น ให้ถือเป็นหน้าที่ของสถานศึกษาที่ต้องจัด โปรแกรมการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมตามความถนัดและความสนใจ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ทัดเทียมกับนานาชาติอารยประเทศ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545 : 2)

สาระ

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ประกอบด้วย เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนการสอนผู้สอน ควรบูรณาการสาระต่าง ๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน 6 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พิชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สาระที่ 1-5 จะบ่งบอกถึงเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนต้องเรียน ส่วนสาระที่ 6 นั้น จะเป็นกระบวนการหรือวิธีการในการเรียนรู้สาระที่ 1-5 รวมถึงการประยุกต์ใช้ของผู้เรียน ซึ่งมีรายละเอียดพอสังเขป ดังนี้

1. จำนวนและการดำเนินการ

พัฒนาการของความรู้สึกเชิงจำนวน (number sense) เป็นสิ่งสำคัญอันหนึ่ง ความรู้สึกเชิงจำนวนเป็นสามัญสำนึกและความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนที่พิจารณาในด้านต่าง ๆ เช่น

1.1 เข้าใจความหมายของจำนวนที่ใช้บอกปริมาณและใช้บอกอันดับที่ เช่น คินสอ 5 แท่ง วึ่งเข้าเส้นชัยเป็นที่ 5

1.2 เข้าใจความสัมพันธ์ที่หลากหลายของจำนวนต่าง ๆ หรือกับจำนวนอื่น ๆ ตัวอย่างดังภาพประกอบ



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ

1.3 เข้าใจเกี่ยวกับขนาดหรือค่าของจำนวนใด ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนอื่น เช่น 30 มีค่ามากกว่า 3 แต่มีขนาดใกล้เคียงกับ 26

1.4 เข้าใจผลที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการดำเนินการของจำนวน เช่น คำตอบของ $65 + 42$ ควรมากกว่า 100 เพราะว่า $65 > 60$ และ $42 > 40$ แต่ $60 + 40 = 100$

1.5 ใช้เกณฑ์จากประสบการณ์ในการเทียบเคียงถึงความสมเหตุสมผลของจำนวน เช่น การรายงานว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 คนหนึ่งสูง 250 เซนติเมตร ไม่น่าจะเป็นไปได้

ความรู้ลึกเชิงจำนวนสามารถพัฒนาและส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ โดยจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสม ซึ่งรวมไปถึงการคิดในใจและการประมาณค่า ผู้เรียนที่มีความรู้ลึกเชิงจำนวนดีนั้นจะเป็นผู้ที่สามารถตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหาได้ดีด้วย

2. การวัด

การศึกษาเรื่องการวัดมีความสำคัญในหลักสูตรคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพราะว่าการวัดสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันในมุมมองต่าง ๆ การศึกษาการวัดยังเป็นการเปิดโอกาสในการเรียนรู้และประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์สาขาอื่น เช่น การดำเนินการของจำนวน แนวคิดทางเรขาคณิต ความคิดรวบยอดทางสถิติ และความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชัน

การวัดแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์ด้วยกัน และระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เช่น สังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ ศิลปะ และพลศึกษา

3. เรขาคณิต

การนึกภาพ (visualization) เป็นลักษณะที่สำคัญของการคิดทางเรขาคณิต ส่วนแบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) และเหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) เป็นวิธีการในการอธิบายและสรุปสิ่งแวดล้อมกายภาพ เป็นเครื่องมือสำคัญของการแก้ปัญหา

การนึกภาพเป็นการนึกถึงหรือวิเคราะห์ภาพหรือรูปเรขาคณิตต่างๆ ในจินตนาการ เพื่อคิดหาคำตอบหรือกระบวนการที่จะได้ภาพหรือเกิดภาพที่ปรากฏ

ในที่นี้ เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิเป็นการใช้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติต่างๆ ของรูปเรขาคณิตและความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตมาหาเหตุผลหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาทางเรขาคณิต

ส่วนแบบจำลองทางเรขาคณิต ได้แก่ รูปเรขาคณิต ซึ่งใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

4. พีชคณิต

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์หนึ่งที่ว่าด้วยเรื่องเกี่ยวกับการสำรวจค้นหาเพื่อทำความเข้าใจในแบบรูปชนิดต่างๆ แบบรูป (pattern) เป็นความสัมพันธ์ที่แสดงลักษณะสำคัญร่วมกัน

ของชุดของจำนวนรูปเรขาคณิตหรืออื่น ๆ การให้ผู้เรียนได้ฝึกสังเกตและวิเคราะห์แบบรูปจะช่วยส่งเสริมให้เกิดกระบวนการสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือ สังเกต สืบถาม คาดการณ์ และให้เหตุผลสนับสนุน แบบรูปจะเกี่ยวข้องกับพีชคณิตเป็นส่วนใหญ่

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

ในสาระนี้ได้กล่าวว่าผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ต้องสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผลและช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

6. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

6.1 การแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาคงจะเป็นจุดเน้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ซึ่งจะต้องเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการสอนคณิตศาสตร์และสอดแทรกเข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาไม่ใช่เนื้อหา ๆ หนึ่ง แต่เป็นกระบวนการที่รวมอยู่ในหลักสูตรทั้งหมดและกำหนดบริบทที่ใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาและทักษะ

การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนั้นจึงไม่ใช่เนื้อหาที่แยกออกมาโดยเด็ดขาด การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะต้องประกอบด้วยสาระทั้ง 5 สาระ ดังที่กล่าวมาแล้วบริบทของปัญหาสามารถแปรเปลี่ยนได้จากปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ไปจนถึงการประยุกต์ใช้ในด้านวิทยาศาสตร์หรือการทำงาน ปัญหาที่ดีจะต้องบูรณาการเนื้อหาที่สำคัญหลาย ๆ เนื้อหาเข้าด้วยกัน

6.2 การให้เหตุผล

จุดมุ่งหมายหลักของการสอนคณิตศาสตร์ คือ การช่วยผู้เรียนให้พัฒนาความเชื่อที่ว่าตนเองมีความสามารถที่จะเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเป็นผู้ที่กำหนดความสำเร็จหรือความล้มเหลวของตนเอง ความเชื่อนี้จะมีการพัฒนาขึ้นเมื่อผู้เรียนมีความมั่นใจในความสามารถของตนเองที่จะให้เหตุผลและตัดสินใจการคิดของตนเอง

บุคคลที่คิดอย่างมีเหตุผลและอย่างวิเคราะห์จะมองแบบรูปโครงสร้างข้อกำหนดต่าง ๆ ทั้งในรูปของสถานการณ์จริงและที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ ความสามารถในการให้เหตุผลมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำความเข้าใจคณิตศาสตร์

6.3 การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ

คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่มีความหมายเมื่อผู้เรียนสื่อสารทางคณิตศาสตร์และ

ประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

การสื่อสารมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความคิดที่ยังไม่เป็นระบบเข้ากับคณิตศาสตร์ที่เป็นสัญลักษณ์และนามธรรม นอกจากนี้การสื่อสารยังมีบทบาทที่สำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยง การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในลักษณะกายภาพ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ ภาษา และนามธรรมเข้าด้วยกัน

การนำเสนอ การพูด การฟัง การเขียน และการอ่าน เป็นทักษะการสื่อสารหลัก และจะต้องบูรณาการเข้าไปในหลักสูตรคณิตศาสตร์

การตั้งคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและอธิบายความคิดของตนเองด้วยการพูด หรือการเขียนนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดที่กำลังแสดงออกมาได้อย่างแจ่มแจ้ง

6.4 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ลักษณะและกระบวนการเรียนรู้สร้างสรรค์ เกิดจากการรวบรวมผสมผสาน และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ใหม่จากความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม เพื่อมองหาแนวทางในการแก้ปัญหา ความบกพร่อง ความขาดหาย ด้วยการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาข้อบกพร่อง และทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเพื่อจะทำให้ผลกระทบจำกัดสมบูรณ์ และขั้นสุดท้ายก็เป็นการแจ้งและสื่อสารผลที่เกิดขึ้นจากการค้นพบ

การจัดการเรียนรู้สามารถเริ่มต้นจากการนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะสมกับวัยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาได้ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้คำปรึกษาแนะนำของผู้สอนหรือการให้ผู้เรียนได้เสนอแนวคิดหลายๆ แนวคิด ได้ร่วมกันแก้ปัญหา โดยอภิปรายร่วมกัน ช่วยเสริมเติมเต็มทำให้ได้แนวคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลายและมีความสมบูรณ์ การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตั้งปัญหาขึ้นเอง ให้มีโครงสร้างของปัญหาล้ำกับปัญหาเดิมที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาแล้ว จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหาเดิมอย่างแท้จริง และเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนด้วย การฝึกแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นเรื่องสำคัญและน่าสนใจ มีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนรู้แบบบังคับหรือยึดครูเป็นศูนย์กลางตลอดเวลาเพราะทำให้ผู้เรียนมีอิสระที่จะคิด พัฒนาสติปัญญาของตนเองอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระ คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

คุณภาพของผู้เรียน

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา สาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้

การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้อัตโนมัติอย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ที่นำไปประยุกต์ได้

2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น ๆ

3. มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดี

ต่อคณิตศาสตร์

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 -6)

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนช่วงชั้นที่ 4 ผู้เรียนควรจะมีความรู้ความสามารถดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง และสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

3. มีความเข้าใจและความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

4. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต และการดำเนินการของเซต สามารถบอกได้ว่าการอ้างเหตุผลสมเหตุสมผลหรือไม่โดยใช้แผนภาพแทนเซต มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

5. สามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับที่กำหนดให้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

6. สามารถสำรวจรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้

7. นำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ไปใช้ได้

8. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถใช้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

จะเห็นได้ว่า คุณภาพของผู้เรียนกล่าวถึง ความรู้ความเข้าใจและทักษะกระบวนการแก้ปัญหา เป็นคุณภาพที่คาดหวังว่าเมื่อผู้เรียนเรียนจบในช่วงชั้นที่ 4 แล้ว นักเรียนต้องมีความรู้ความสามารถในเรื่องที่ได้เรียนในช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีเหตุผล มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์

นักเรียนจะสามารถเรียนได้อย่างมีความสุข และมีความสนุกสนานในการเรียนการสอนได้ เมื่อได้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมตามความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งนักเรียนอาจจะมีความสนใจในเรื่องต่าง ๆ หลากหลาย แต่ครูผู้สอนก็สามารถที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ ได้ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสนใจ และความถนัด นั่นคือ การเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในการเรียนรู้

2.1. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548 : 31 – 34) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนา โดยเน้นความสำคัญทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์

2.1.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด

การจัดการเรียนรู้จะคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดเนื้อหาสาระและ กิจกรรมต้องสอดคล้องกับบุคลิกภาพ ความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้กับผู้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จากการฝึกปฏิบัติ ฝึกให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอนต้องผสมผสานสาระทั้งทางด้านเนื้อหาและ ด้านทักษะ/กระบวนการ ตลอดจนปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่ดีงาม ถูกต้อง และ เหมาะสมให้แก่ผู้เรียน

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ชี้ชัดผู้เรียนเป็นสำคัญนี้ หมายถึง กระบวนการที่พัฒนา ร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรมของผู้เรียนให้เจริญงอกงาม โดยการสร้างให้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมรู้ ร่วมคิด ร่วมกระทำ ผู้สอนทำหน้าที่ร่วมวางแผนในกิจกรรมที่เหมาะสม กระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ส่งเสริมความคิด และอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ พัฒนาดตนเองอย่างเต็มที่ ตามความต้องการ ตามความสนใจและเต็มตามศักยภาพของผู้เรียน

ในการจัดการเรียนรู้ที่ชี้ชัดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้สอนควรคำนึงถึงความสนใจ ความถนัดของผู้เรียน และความแตกต่างของผู้เรียน การจัดสาระการเรียนรู้จึงควรจัดให้มีความ หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจ รูปแบบของการจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนควรมีความหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้น เรียนเป็นกลุ่มย่อย เรียนเป็นรายบุคคล สถานที่ที่จัดก็ควรมีทั้งในห้องเรียน นอกห้องเรียน บริเวณสถานศึกษา มีการ จัดให้ผู้เรียนได้ไปศึกษาในแหล่งวิทยาการต่าง ๆ ที่อยู่ในชุมชนหรือในท้องถิ่น จัดให้สอดคล้องกับ เนื้อหาวิชาและความเหมาะสมของผู้เรียน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติจริง ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น รู้จักบูรณาการความรู้ต่าง ๆ เพื่อให้เกิด องค์ความรู้ใหม่ รวมถึงการปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยม และลักษณะอันพึงประสงค์ ฝึกให้ผู้เรียน รู้จักประเมินผลงานและปรับปรุงงาน ตลอดจนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ ในชีวิต และอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

2.1.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการ เรียนรู้และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์เพื่อพัฒนาคุณภาพของชีวิตและพัฒนาคุณภาพของ สังคมไทยให้ดีขึ้น ผู้จัดควรคำนึงถึงความเหมาะสมและความจำเป็นในหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ ความพร้อมของสถานศึกษาในด้านบุคลากร ผู้บริหาร ผู้สอน ผู้เรียน และสิ่งอำนวยความสะดวก การจัดสาระการเรียนรู้จะต้องให้สอดคล้องกับสาระของกลุ่มคณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่กำหนดสาระการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ดังนี้

1. จำนวน
2. การวัด
3. เรขาคณิต
4. พีชคณิต
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น
6. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

หลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ โดยอิสระ ผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้สอนทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และชี้แนะข้อบกพร่องของผู้เรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะให้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นแนวการจัดการเรียนรู้แนวหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันแก้ปัญหา ปรึกษาหารือ อภิปราย และแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผลซึ่งกันและกัน ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการคิดและมีประสบการณ์มากขึ้น ในการจัดกลุ่มให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหา

อาจจัดเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 2 คน หรือกลุ่มย่อย 4-5 คน

ในขั้นดำเนินการกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สิ่งสำคัญที่ผู้สอนควรคำนึงถึงคือ ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ผู้สอนสามารถใช้คำถามเชื่อมโยงกับเนื้อหาสาระใหม่ ขึ้นเตรียมความพร้อมเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม ผู้สอนควรใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการทบทวนความรู้เดิมในชั้นปฏิบัติการ ผู้สอนอาจใช้ปัญหา ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับเรื่องราวในชั้นเตรียมความพร้อมและใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ให้ผู้เรียนสามารถสรุปหรือเข้าใจหลักการ แนวคิด กฎ สูตร สัจพจน์ ทฤษฎีบทหรือบทนิยามด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติการกลุ่ม ผู้สอนควรให้อิสระทางความคิดกับผู้เรียน และควรหมุนเวียนไปตามกลุ่มต่าง ๆ เพื่อคอยสังเกตตรวจสอบความเข้าใจ และการให้คำแนะนำตามความจำเป็น

การจัดโอกาสให้ผู้เรียนได้ออกมานำเสนอแนวคิดของแต่ละคนหรือแนวคิดของกลุ่ม ก็เป็นสิ่งที่สำคัญที่ผู้สอนควรปฏิบัติให้มีบ่อย ๆ เพราะในการนำเสนอแต่ละครั้ง ผู้เรียนมีโอกาสร่วมแสดงแนวคิดเสริมเพิ่มเติมร่วมกัน หรือซักถาม หาข้ออภิปรายขัดแย้งด้วยเหตุและผล ผู้เรียนมีโอกาสเสริมความรู้ขยายความหรือสรุปประเด็นสำคัญที่เป็นความคิดรวบยอดของสาระที่นำเสนอ

นั้น จะทำให้การเรียนรู้ขยายในวงกว้างและลึกมากขึ้น ผู้เรียนสามารถนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการนำเสนอขึ้นไปประยุกต์หรือเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติได้ ผลคืออีกประการหนึ่งของการที่ผู้เรียนได้ออกมานำเสนอผลงาน คือ ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดี มีความภาคภูมิใจในผลงาน เกิดความรู้สึกริक्तอยากคิด อยากทำ กล้าแสดงออก และจดจำสาระที่ตนเองได้ออกมานำเสนอได้นาน สำหรับขั้นการฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติ ผู้เรียนควรได้ฝึกเป็นรายบุคคล หรืออาจฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มก็ได้ตามความเหมาะสมของสาระและกิจกรรม

เนื่องจากลักษณะการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานที่ต่อเนื่องกัน ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับเด็กเล็ก ผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้จากการปฏิบัติ/ทำกิจกรรม ได้ฝึกทักษะ/กระบวนการ โดยฝึกการสังเกต ฝึกให้เหตุผล และหาข้อสรุปจากสื่อรูปธรรมหรือแบบจำลองต่างๆ ก่อนและขยายวงความรู้สู่นามธรรมให้กว้างขึ้นสูงขึ้นตามความสามารถของผู้เรียน ถ้าสาระเนื้อหาหรือกิจกรรมที่ผู้สอนจัดให้นั้นยากเกินไปหรือต้องอาศัยความรู้พื้นฐานที่สูงกว่าที่ผู้เรียนมี ผู้สอนควรสร้างพื้นฐานความรู้ใหม่อาจใช้วิธีลดรูปของปัญหานั้นให้ง่ายกว่าเดิม หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมให้อีกก็ได้

2.1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการสร้างสรรค์ความรู้ (constructivism)

รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของเพียเจท์ (Jean Piaget) เป็นการเรียนรู้แบบเดิมที่เราใช้กันมานาน คือ การจัดการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้ให้ข้อมูลและนักเรียนเป็นผู้รับข้อมูล ครูยังให้ข้อมูลมากเท่าไร นักเรียนก็ยิ่งรับข้อมูลได้มากเท่านั้น ซึ่งเสนอในรูปสมการถูกสรทางเดียวได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การให้แรงกระตุ้นแก่ผู้เรียน

S (stimulate) คือ แรงกระตุ้น อาจเป็นครู ผู้สอน หรือสิ่งแวดล้อมที่จะไปกระตุ้นนักเรียนหรือผู้เรียน

O (organism) คือ ผู้ที่ถูกกระตุ้น คือ นักเรียน หรือผู้เรียน

จากสมการข้างต้น ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่อยู่นิ่งๆ (passive) หรือเป็นผู้ที่ถูกกระทำ ซึ่งผู้เรียนจะต้องพึ่งพาสิ่งที่มากระตุ้นก็คือครู ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้จากการที่ครูเป็นผู้ให้ความรู้และผู้เรียนเป็นผู้รับความรู้โดยตรง หรือพูดอีกอย่างหนึ่งก็คือ ผู้เรียนเปรียบเสมือนกล่องเก็บของว่างๆ และครูจะเป็นผู้นำข้อมูลความรู้ต่างๆ มาใส่ให้ นี่คือการเรียนรู้แบบเดิม สำหรับการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้าง

องค์ความรู้ (constructivism) หรือการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง มองว่าการเรียนรู้แบบเดิมไม่ใช่การเรียนรู้ที่ถูกต้อง เพราะไม่ใช่การสอนให้เด็กเรียนรู้ เด็กไม่ได้เรียนรู้เอง ไม่ได้คิดเอง เราพบว่าการพัฒนาศักยภาพสมองไม่ใช่การให้เด็กเป็นผู้รับอย่างเฉยๆ เท่านั้น แต่ต้องให้เด็กและครูเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้ง 2 ฝ่าย โดยที่ต่างฝ่ายต่างเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (constructivism) หรือทฤษฎีการเรียนรู้แบบใหม่ คือ การสอนให้เด็กเรียนรู้เอง คิดเอง เด็กและครูจะเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ทั้ง 2 ฝ่าย โดยที่ต่างฝ่ายต่างเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบการสร้างองค์ความรู้ (constructivism) ผู้เรียนจะมีความสัมพันธ์กับผู้สอนดีกว่าการเรียนรู้รูปแบบเดิม เพราะมีการแลกเปลี่ยนกันระหว่างผู้เรียนและผู้ทำหน้าที่สอน ซึ่งจะเสนอในรูปแบบการลูกศรสองทาง ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การให้ข้อมูลแลกเปลี่ยนระหว่างผู้ทำหน้าที่สอนกับผู้เรียน

จากสมการ O คือ ตัวนักเรียนหรือผู้เรียนที่เป็นตัวหลักที่มีสิ่งกระทำต่อตัว S คือ ครู หรือผู้สอนด้วย โดยมีลักษณะเป็นลูกศรสองทาง กล่าวคือ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อมีกิจกรรมเกิดขึ้นตลอดเวลา ไม่ใช่อยู่นิ่งๆ เหมือนกับในสมการแรกที่เป็นการเรียนรู้แบบเดิม หรือพูดง่าย ๆ คือ ครู หรือผู้สอนและสิ่งแวดล้อมไม่ใช่สิ่งที่กระตุ้นหรือสิ่งที่กระทำต่อผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่ผู้เรียนก็มีการกระทำต่อครูหรือผู้สอนด้วย นั่นคือผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครู มีการสัมพันธ์อย่างไม่อยู่นิ่ง ทั้งสองฝ่ายเพื่อที่จะให้เกิดการเรียนรู้

ดังนั้นการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ต้องมีสังคม ต้องดึงเอาความรู้เก่าออกมาและต้องให้ผู้เรียนคิดและแสดงออก ซึ่งจะทำได้เฉพาะกับสังคมที่มีการสนทนากัน แม้ว่าบางครั้งการสนทนาหรือการแสดงความคิดเห็นนั้นอาจจะไม่ตรงกันหรือมีความขัดแย้งกัน แต่ความขัดแย้งจะทำให้เราเกิดการพัฒนา และได้ทางเลือกใหม่จากที่คนอื่นเสนอ ฉะนั้นต้องทำให้ผู้เรียนได้แสดงออกมารู้อะไรและให้พูดคุยกันเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้โดยที่ครูหรือผู้สอนเป็นผู้ช่วยเหลือ

2.1.4 การเรียนการสอนเรขาคณิต

เนื่องจากนักเรียนส่วนมากมีปัญหาไม่เข้าใจในการเรียนการสอนเรขาคณิต โดยเฉพาะการพิสูจน์ นักเรียนไม่สามารถพิสูจน์เรขาคณิตได้ จึงมีครูและนักคณิตศาสตร์ศึกษาหลายท่านได้พยายามศึกษาและค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหาความไม่เข้าใจในการเรียนเรขาคณิต ในปี

ค.ศ. 1954 สามีและภรรยาชาวเนเธอร์แลนด์ เพียร์ แวนฮีลี (Pierre Van Hiele) และไดนา แวนฮีลี (Dina Van Hiele) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการรับรู้ทางเรขาคณิตเป็นผลให้ได้ แวนฮีลีโมเดล หรือเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า ระดับขั้นของ แวน ฮีลี เกี่ยวกับพัฒนาการทางความคิดเรขาคณิต (The Van Hiele Levels of Geometric Thought) ซึ่งเป็นขั้นกระบวนการคิดในการเรียนเรขาคณิต โดยเริ่มจากง่ายไปหายาก ดังต่อไปนี้ (Serra. 1989 : 4 ; Thomas. 1992 : 71 – 86 : Clements and Battista. 1992 : 421 – 428 : Burger and Culpepper. 1993 : 140 – 142)

1. ขั้น 0 หรือขั้นพื้นฐาน : การสร้างภาพนามธรรมเป็นขั้นที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ศัพท์และจดจำ (vocabulary and recognizes) ได้จากรูปร่างที่มองเห็น แต่ไม่สามารถบอกลักษณะย่อยที่มีความสัมพันธ์ระหว่างภายในรูปและระหว่างรูปที่มองเห็นได้

2. ขั้นที่ 1 : การวิเคราะห์ เป็นขั้นที่นักเรียนรับรู้และสามารถวิเคราะห์ห่มโนคติเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตได้ชัดเจนมากขึ้น จากการสังเกต การวัด การสร้างรูปและแบบจำลอง แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงลักษณะของรูปหนึ่งกับรูปหนึ่งได้

3. ขั้นที่ 2 : การพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถบอกรายละเอียดปลีกย่อยเกี่ยวกับสมบัติของรูปต่าง ๆ ทางเรขาคณิต สามารถเปรียบเทียบและบอกความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันได้ รวมทั้งบอกลักษณะที่แตกต่างกันได้ แต่นักเรียนยังไม่เข้าใจบทบาทของสัจพจน์และการเชื่อมโยงของข้อความต่าง ๆ โดยใช้ตรรกศาสตร์

4. ขั้นที่ 3 : การพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างเป็นแบบแผน เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถเข้าใจการพิสูจน์ที่มีกฎเกณฑ์ คู่กันเคยกับการพิสูจน์โดยทราบว่าจะรู้คือสิ่งที่กำหนดให้และอะไรคือสิ่งที่ต้องการพิสูจน์ รู้จักตั้งกฎเกณฑ์และข้อโต้แย้งในการคิดไปตามลำดับเหตุผล รู้ว่าทำไมสิ่งที่กำลังพิสูจน์อยู่จริงและเป็นได้อย่างไร อาจจะพิสูจน์สิ่งที่ต้องการพิสูจน์ได้มากกว่าหนึ่งวิธี

5. ขั้นที่ 4 : ขั้นสรุปยอด เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถคิดอย่างนามธรรม สามารถเปรียบเทียบระบบต่าง ๆ เช่น การเปรียบเทียบ สัจพจน์ ทฤษฎีบท และเรขาคณิตนอกระบบยูคลิด จัดทฤษฎีบทต่าง ๆ เข้าเป็นระบบ ระเบียบและสร้างทฤษฎีบท

แวน ฮีลี ได้ระบุสมบัติของพัฒนาการทางความคิดเรขาคณิตดังกล่าว (Crowley. 1987 : 4) ไว้ดังนี้

1. นักเรียนจะต้องผ่านระดับขั้นของความคิดจากขั้นแรกไปสู่ขั้นที่สูงกว่า โดยไม่มีการข้ามระดับ

2. การที่นักเรียนจะผ่านแต่ละขั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหาและวิธีสอนมากกว่าอายุไม่มีวิธีสอนใดที่จะทำให้นักเรียนข้ามระดับได้ เช่น ข้ามจากขั้น 0 ไปเป็นขั้น 3 ไม่ได้

3. ลักษณะของสิ่งที่อยู่ในระดับหนึ่งจะกลายเป็นสิ่งที่ต้องศึกษาในระดับถัดไป เช่น ในชั้น 0 เพียงรู้จักรูป ถึงแม้ว่าสามารถแยกรูปได้โดยสมบัติ แต่ก็ยังไม่ได้จนกว่าจะถึงชั้น 1 จึงจะวิเคราะห์รูปและองค์ประกอบของรูป และค้นพบสมบัติต่าง ๆ

4. ในแต่ละระดับจะมีลักษณะเฉพาะของภาษาที่ใช้ และมีลักษณะของการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับภาษาที่ใช้

5. ถ้าใช้การสอนของระดับที่สูงกว่า ไปสอนนักเรียนที่อยู่ระดับต่ำกว่าแล้ว ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนจะไม่เกิดขึ้น

จะเห็นได้ว่า ระดับชั้นของแวน ฮิลี มีความสำคัญต่อการศึกษาและการนำไปใช้ในการเรียนการสอนเรขาคณิต และเป็นที่เชื่อกันว่าความล้มเหลวต่าง ๆ ในการเรียนการสอนเรขาคณิต ปัจจุบันมีส่วนมาจากการจัดการเรียนการสอนที่ไม่คำนึงถึงระดับชั้นของ แวน ฮิลี

แวน ฮิลี ได้เสนอแนะลำดับชั้นวิธีสอนที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถยกระดับความคิดทางเรขาคณิตจากขั้นหนึ่งไปอีกขั้นหนึ่ง (Crowley. 1987 : 5 -6 ; Burger and Culpepper. 1993 : 42 – 147)) ได้อย่างรวดเร็ว และราบรื่นไว้ 5 ลำดับ ดังนี้

1. การให้ข้อมูล (information)

ครูสนทนากับนักเรียน มีการแนะนำคำศัพท์ แจกจุดประสงค์ ตั้งคำถาม แล้วสังเกตการตอบของนักเรียน ซึ่งจุดประสงค์ของขั้นนี้มี 2 ประการ คือ เพื่อให้ครูได้รู้พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับหัวข้อที่จะเรียนต่อไป และนักเรียนได้รู้แนวทางของหัวข้อที่จะเรียนต่อไป

2. การแนะนำโดยตรง (directed orientation)

ครูจัดสื่อหรืออุปกรณ์ให้นักเรียนได้สำรวจตามกิจกรรม ซึ่งเป็นลักษณะแนะนำแนวทางตามที่ครูกำหนดอย่างสั้น ๆ

3. การแสดงความคิดเห็น (explication)

ครูส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อสรุปและทำความเข้าใจในมโนมตินั้น ๆ ในขั้นนี้ครูจะมีบทบาทน้อยที่สุดเป็นเพียงผู้ช่วยแก้คำศัพท์หรือช่วยให้นักเรียนใช้ศัพท์คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

4. การศึกษาอย่างอิสระ (free orientation)

ครูกำหนดปัญหาที่ท้าทาย สลับซับซ้อน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่มีมาใช้แก้ปัญหาดังกล่าวอย่างอิสระ ดังนั้นนักเรียนจึงต้องสืบเสาะ และค้นพบวิธีแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีของตนเอง

5. การบูรณาการ (integratin)

นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากข้อ 1 – 4 มาผนวกเข้าด้วยกันเพื่อสร้างข้อสรุปโดยภาษาคณิตศาสตร์ ครูมีบทบาทในการกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความรู้ทางเรขาคณิตที่นักเรียนเข้าใจเพื่อนำไปใช้ได้ง่าย

ทั้งนี้ได้มีงานวิจัยหลายชิ้นที่สนับสนุนว่า ระดับของ แวน ฮีลี เป็นรูปแบบความคิดทางเรขาคณิตที่ถูกต้อง และสามารถประเมินความเข้าใจทางเรขาคณิตของนักเรียนตามรูปแบบนี้ได้

จากการศึกษาเกี่ยวกับลำดับขั้นการสอนเพื่อยกระดับความคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี จะพบว่า การเน้นให้นักเรียนมีโอกาสได้ศึกษา สำรวจด้วยตนเองเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่นั้นตรงกับที่ เบล (Bell. 1981 : 241) ได้กล่าวว่า เป็นการเรียนการสอนแบบค้นพบของ (discovery leaening) ซึ่ง พรธณี ข.เจนจิต (2538 : 386 – 388) ได้สรุปไว้ว่า การสอนแบบค้นพบหมายถึงการสอนที่นักเรียนได้รับการแนะนำจากครูอย่างมีขอบเขตจำกัดหรือแทบไม่มีเลย ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา และในการสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาได้นั้น มีอยู่ 4 ลักษณะ คือ

1. การเรียนที่ครูให้ทั้งหลักเกณฑ์ และผลลัพธ์โดยครูทำให้ดูเป็นตัวอย่างและให้นักเรียนทำตามตัวอย่าง ซึ่งเป็นการสอนแบบแสดงให้ดู (expository teaching)
2. ครูให้หลักเกณฑ์แนวทางที่จะแก้ปัญหาได้ แต่ไม่บอกผลลัพธ์ให้ นักเรียนเป็นผู้หาคำตอบเอง
3. ครูไม่ให้หลักเกณฑ์แต่บอกผลลัพธ์ให้ นักเรียนจะต้องเป็นผู้ค้นหาหรือสรุปกฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเอง

ลักษณะที่ 2 และ 3 เรียกว่า การค้นพบโดยการแนะแนวทาง (guided discovery)

4. ครูไม่ให้ทั้งหลักเกณฑ์และผลลัพธ์ นักเรียนต้องเป็นผู้ค้นคว้าด้วยตนเองทั้งสิ้น เรียกว่า การค้นพบโดยไม่แนะแนวทาง (unguided discovery)

แนวคิดของการให้นักเรียนค้นพบสมบัติทางเรขาคณิตเองนี้ยังตรงกับที่ ยุพิน พิพิธกุล (2530 : 75 – 77) ได้กล่าวถึง วิธีการสอนเรขาคณิต ในส่วนของการสอนทฤษฎีบทว่าต้องมีขั้นตอนหนึ่งคือ ให้นักเรียนได้ค้นพบเนื้อหาทฤษฎีบทด้วยตนเอง ซึ่งอาจจะใช้การสาธิตของครู การทดลอง การสร้าง การให้เหตุผลและการใช้สื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูป

นอกจากการเรียนแบบการค้นพบโดยแนะแนวทางแล้ว กระทรวงศึกษาธิการ (2548 : 33) กล่าวว่าวิธีการเรียนที่มีความเหมาะสมกับการเรียนในวิชาที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ทุกระดับยังมีอีก 4 วิธี ดังนี้

1. การปฏิบัติจริง
2. การใช้คำถามประกอบการอธิบายและแสดงเหตุผล
3. การศึกษาค้นคว้า
4. การสืบเสาะหาความรู้

นิเวน (Niven. 1987 : 37) ได้ให้ข้อเสนอแนะของการนำเรขาคณิตเข้าสอนในระดับมัธยมศึกษาไว้ 9 ประการ ดังต่อไปนี้

1. สอนเรขาคณิตเบื้องต้นในแบบเดียวกับการสอนพีชคณิตเบื้องต้นและแคลคูลัสเบื้องต้น โดยไม่เน้นในสิ่งที่เกินความจำเป็นหรือกฎเกณฑ์ที่เข้มงวดก่อน
2. ในการเขียนหนังสือหรือบทเรียนควรเขียนถึงแก่นของเรขาคณิตให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
3. ใช้วิธีการของพีชคณิตและเรขาคณิตวิเคราะห์ เช่นเกี่ยวกับวิธีการของยุคลิด
4. ใช้รูปหรือแผนผังในการอธิบายโดยเฉพาะอย่างยิ่งการพิสูจน์
5. นำเรขาคณิตไปสัมพันธ์กับการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และปรากฏการณ์ในชีวิตจริง
6. ลดการใช้คำที่เย็นเยือกหลีกเลี่ยงการให้รายละเอียดกับสิ่งที่เห็นได้ชัดว่าจริง
7. เลื่อนหรือเลื่อนการพิสูจน์ทฤษฎีบทที่ยากไปก่อน
8. หนังสือหรือบทเรียนควรมีปัญหาที่มีความยากปานกลางจำนวนมากให้นักเรียนได้ฝึก

9. บอกให้นักเรียนทราบถึงเรื่องราวของการแบ่งมุมใด ๆ ออกเป็นสามส่วน

เดรฟัสและฮาดาส (Dreyfus and Hadas. 1987 : 47–58) กล่าวว่า หลัก 6 ประการที่นักคณิตศาสตร์และครูผู้สอนเรขาคณิตเข้าใจอย่างชัดเจน แต่นักเรียนโดยทั่วไปไม่เข้าใจ ได้แก่

1. ทฤษฎีบทจะเป็นจริงเสมอ โดยไม่มีข้อยกเว้น
2. ข้อความที่เห็นได้ชัดว่าจริงหรือการรับรู้จากภาพเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอในการพิสูจน์ แต่การรับรู้จากภาพและการวัดยังเป็นยุทธวิธีที่สำคัญสำหรับการค้นพบสมบัติทางเรขาคณิต
3. การพิสูจน์ต้องครอบคลุมทุกกรณี แต่การยกตัวอย่างค้าน (counter example)
4. ในทฤษฎีบทอะไรเป็นสิ่งที่กำหนดให้ อะไรเป็นข้อสรุป

5. บทกลับของทฤษฎีบทไม่จำเป็นต้องถูกต้องเสมอไป

6. การวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานต่างๆ ของรูปที่ซับซ้อนได้หรือวางอยู่ในตำแหน่งต่างไปจากที่คุ้นเคย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเรขาคณิต ผู้วิจัยสรุปว่า การเรียนการสอนเรขาคณิตควรดำเนินการ ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนให้ชัดเจน
2. ทบทวนความรู้ที่เป็นพื้นฐานเดิมของสิ่งที่จะเรียนต่อไป
3. การสอนบทนิยาม ทฤษฎีบท และการสร้าง ควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม เช่น การกำหนดกิจกรรมโดยใช้สื่อที่นักเรียนได้ปฏิบัติจนกระทั่งได้ข้อสรุปที่ต้องการ
4. จัดกิจกรรมที่เหมาะสมให้กับนักเรียน เพื่อให้เห็นแนวทางในการสรุปมโนคติหรือแก้ปัญหาโจทย์ รวมทั้งสนับสนุนให้นักเรียนมีกิจกรรมการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เพื่อหาข้อสรุปด้วยตนเอง

5. การสอนมีทั้งการแสดงให้เห็นและเน้นการศึกษาด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนเกิดการค้นพบ แล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปกฎเกณฑ์และสิ่งที่เห็นว่าสำคัญ ซึ่งมีกิจกรรม แบบฝึกหัด ประกอบการเรียนการสอน

6. พัฒนาจินตนาการทางเรขาคณิตและเพิ่มพูนความรู้ โดยการยกตัวอย่าง ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนค้นหาวิธีการแก้ปัญหา

ทั้งนี้ การเรียนการสอนเรขาคณิตยังต้องอาศัย บทบาทของครูในการกำหนดกิจกรรม การวางขั้นตอนที่เหมาะสม รวมทั้งบทบาทในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ซึ่งเป็นสิ่งท้าทายความสามารถ ความอยากรู้อยากเห็นตามลักษณะของวัยของนักเรียน เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และยังส่งผลให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีจินตนาการพร้อมที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ

2.1.5 รูปแบบของการจัดการเรียนรู้

2.1.5.1. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านกระบวนการคิด

การคิดเป็น เป็นการแสดงศักยภาพของมนุษย์ในการชี้นำชะตาชีวิตของตนเอง โดยการพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อม ให้ผสมกลมกลืนกัน ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อเป้าหมายที่สำคัญ คือ การดำรงชีวิตอย่างมีความสุข (ทิสนา เขมมณี. 2548 : 83)

2.1.5.1.1. รูปแบบการเรียนการสอนแบบชิปปาโมเดล (CIPPA Model)

การจัดการเรียนการสอน โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นรูปแบบการสอนที่นักการศึกษาให้ความสนใจในปัจจุบัน เพราะเป็นรูปแบบที่ชัดเจน สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยง่ายและสอดคล้องกับการดำรงชีวิต เหมาะสมกับความสามารถและความสนใจของผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจริงทุกขั้นตอน จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง หลักการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแบบชิปปาโมเดล (CIPPA Model) มีดังนี้ (ทศนา แคมมณี. 2542 : 14-15)

C มาจากคำว่า Construct ซึ่งหมายถึง การสร้างความรู้ ตามแนวคิดของ Construct กล่าวคือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี ควรเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนมี โอกาสสร้างความรู้ด้วยตนเอง การที่ผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง การที่ผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสติปัญญา

I มาจากคำว่า Interaction ซึ่งหมายถึง การปฏิสัมพันธ์ กับผู้อื่นหรือสิ่งแวดล้อมรอบตัว กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี จะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มี ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับบุคคลและแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสังคม

P มาจากคำว่า Physical Participation ซึ่งหมายถึงการ ให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เคลื่อนไหวร่างกาย โดยการทำกิจกรรมในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางกาย

P มาจากคำว่า Process Learning ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้กระบวนการต่าง ๆ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการต่าง ๆ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการกลุ่ม กระบวนการพัฒนาตนเอง เป็นต้น การเรียนรู้ กระบวนการเป็นสิ่งที่สำคัญเช่นเดียวกับการเรียนรู้ เนื้อหาสาระต่างๆ การเรียนรู้เกี่ยวกับ กระบวนการเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางด้านสติปัญญาอีกทางหนึ่ง

A มาจากคำว่า Application หมายถึง การนำความรู้ที่ได้ เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มเติมขึ้นเรื่อย ๆ กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีแต่เพียงการสอนเนื้อหาสาระให้ผู้เรียนเข้าใจ โดยขาดกิจกรรมการนำความรู้ไปประยุกต์ จะทำให้

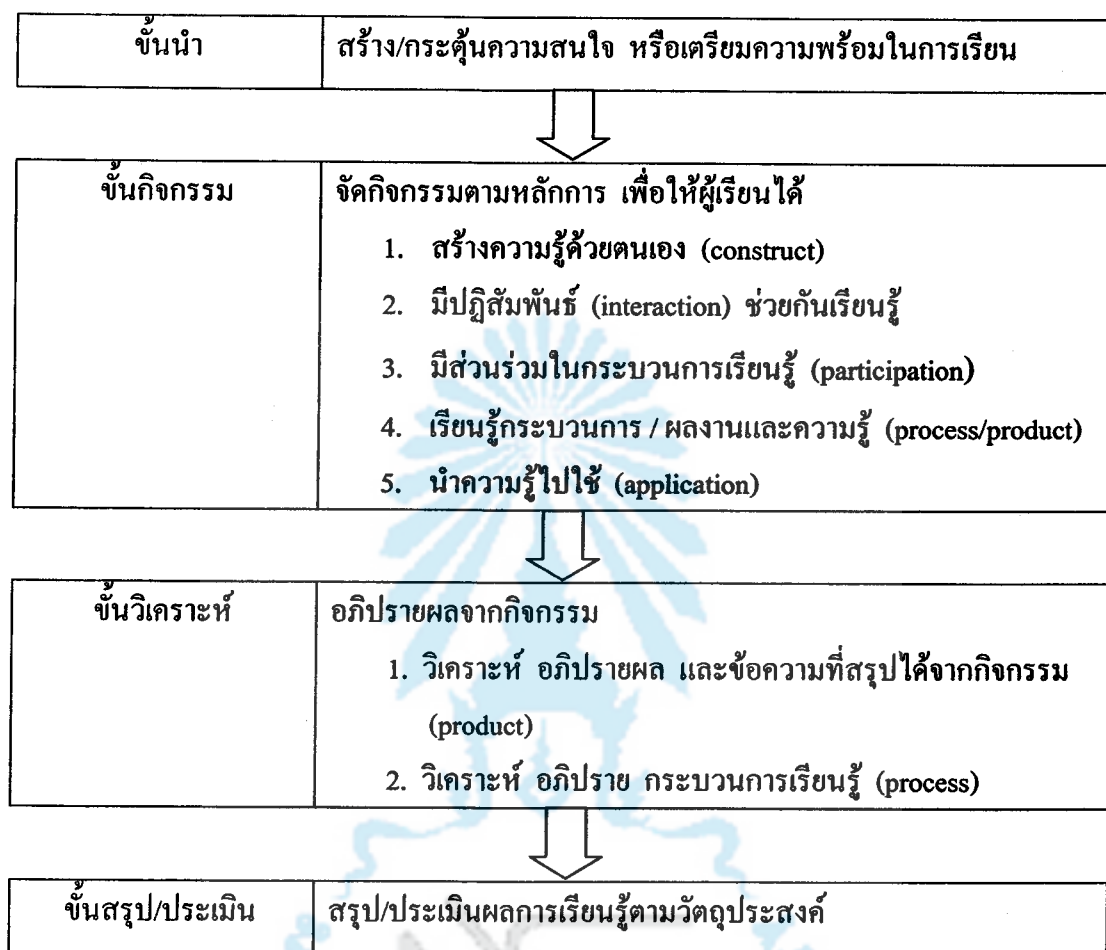
ผู้เรียนขาดการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ไม่เกิดประโยชน์เท่าที่ควรการจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ เท่ากับเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ในด้านใดด้านหนึ่งหรือหลาย ๆ ด้าน แล้วแต่ลักษณะของกิจกรรมที่จัด

รูปแบบนี้พัฒนามาบนหลักการทั้ง 5 คือ การสร้างความรู้ กระบวนการกลุ่ม และการเรียนรู้แบบร่วมมือ ความพร้อมในการเรียนรู้ การเรียนรู้กระบวนการ และการถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยการให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน บุคคลอื่น ๆ และสิ่งแวดล้อมรอบตัวหลาย ๆ ด้าน โดยใช้ทักษะกระบวนการต่าง ๆ เป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้ ผู้เรียนมีการเคลื่อนไหวทางกาย กิจกรรมที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนตื่นตัวอยู่เสมอ จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี การถ่ายโอนความรู้และการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี ลีคซิง และคงทน มี 7 ขั้นตอน (ทิสนา แจมมณี. 2548 : 85-89)

- 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม เพื่อให้พร้อมต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่
- 2) ขั้นแสวงหาความรู้ ข้อมูลความรู้ใหม่ จากแหล่งข้อมูลหรือแหล่งความรู้ต่าง ๆ
- 3) ขั้นศึกษาทำความเข้าใจข้อมูลความรู้ เชื่อมโยงกับความรู้เดิม
- 4) ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม ใช้กลุ่มเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตน รวมทั้งขยายความรู้ความเข้าใจ ได้แบ่งปันความรู้ได้ประโยชน์จากความรู้ความเข้าใจของผู้อื่น
- 5) ขั้นสรุปกระบวนความรู้ วิเคราะห์ กระบวนการเรียนรู้
- 6) ขั้นการปฏิบัติ และ/หรือการแสดงผลงาน เป็นการสร้างความรู้ของตนให้ผู้อื่นรับรู้ ตรวจสอบ ความเข้าใจ ใช้ความคิดสร้างสรรค์ ปฏิบัติ ผลงาน
- 7) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ฝึกฝน การนำความรู้ความเข้าใจไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความชำนาญ ความสามารถในการแก้ปัญหา และอาจนำเสนอผลงานถ้ายังไม่เสนอ

รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง หรือที่เรียกว่า ชิปปาโมเดล (CIPPA Model) เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกค้น รวบรวมข้อมูลและสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง ตลอดทั้งฝึกตนเองให้มีวินัยและรับผิดชอบในการทำงาน

ลำดับขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และสามารถที่จะนำไปกำหนดรูปแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ชิปปาโมเดล (CIPPA Model) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (สุพล วังสินธ์. 2542 : 42)



ภาพที่ 4 ลำดับขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

2.1.5.1.2 รูปแบบการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือทำงานนั้นจริงๆ ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติจริง โดยใช้สิ่งสิ่งพิมพ์หรือสื่อรูปธรรมที่สามารถนำผู้เรียนไปสู่การค้นพบหรือได้ข้อสรุป ในการใช้สื่อรูปธรรมถ้าผู้สอนสอนด้วยตนเองจะใช้การสาธิตประกอบคำถามแต่ถ้าให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองจะใช้การทดลอง โดยผู้เรียนดำเนินการทดลองตามกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนที่ปฏิบัติการทดลองมีโอกาสฝึกใช้ทักษะ/กระบวนการต่างๆ เช่น การสังเกต การคาดคะเน การประมาณค่า การใช้เครื่องมือ การบันทึกข้อมูล การอภิปราย การตั้งข้อความคาดการณ์หรือข้อสมมติฐานการสรุป

กระบวนการดำเนินการทดลองหรือปฏิบัติกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พิสูจน์ใช้เหตุผล อ้างข้อเท็จจริง ตลอดจนได้ฝึกทักษะในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ขณะที่ผู้เรียนทำการทดลองผู้สอนควรสังเกตแนวคิดของผู้เรียนว่าเป็นไปอย่างถูกต้องหรือไม่ ถ้าเห็นว่าผู้เรียนคิดไม่ตรงแนวทางควรตั้งคำถามให้ผู้เรียนคิดใหม่ ถึงแม้จะต้องใช้เวลานานขึ้น เพราะผู้เรียนจะได้ประโยชน์จากการเรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าเรียนรู้ที่ผู้สอนบอกหรือสรุปผลให้

2.1.5.1.3 รูปแบบการเรียนการสอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ

(cooperative learning) (กรมวิชา. 2544 : 46 - 53)

เป็นการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เรียนรู้ด้วยตนเอง ร่วมกับกลุ่มแบบลดความสามารถ นักเรียนแต่ละคนที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น รับผิดชอบต่อตนเองและเพื่อนในกลุ่ม

องค์ประกอบพื้นฐานของการเรียนโดยการร่วมมือ ประกอบด้วย

- 1) การช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ด้วยอัธยาศัยอันดี
- 2) การมีปฏิสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดในระหว่างการทำงานกลุ่ม
- 3) การมีความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน
- 4) การใช้ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการทำงานกลุ่มย่อยอย่างเหมาะสม
- 5) การมีกระบวนการในการทำงานกลุ่ม

เทคนิควิธีการเรียนแบบร่วมมือ

- 1) การเล่าเรื่องรอบวง (round robin) ให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มได้เล่าประสบการณ์ ความรู้ที่ตนได้ศึกษาประทับใจให้เพื่อน ๆ ในกลุ่มฟัง
- 2) มุมสนทนา (corners) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนั่งตามมุมหรือจุดต่าง ๆ ของห้องเรียน และช่วยกันค้นหาคำตอบสำหรับปัญหาต่าง ๆ ที่ยกขึ้นมา และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอธิบายเรื่องราวที่ตนศึกษาให้เพื่อนกลุ่มอื่นฟัง
- 3) คู่ตรวจสอบ (pairs check) แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-6 คน อีกคนหนึ่งทำหน้าที่แก้ปัญหา เสร็จปัญหาที่ 1 แล้วให้เปลี่ยนหน้าที่กัน เมื่อเสร็จครบ 2 ปัญหาแล้วให้นำคำตอบมาตรวจสอบกับคำตอบของคู่อื่นในกลุ่ม
- 4) คู่คิด (think-pair share) ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ นักเรียนแต่ละคนจะต้องคิดคำตอบของตนเอง แล้วนำคำตอบมาอภิปรายกับเพื่อนที่นั่งติดกับตน นำคำตอบมาเล่าให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

5) ปริศนาความคิด (jigsaw) ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาที่ครูกำหนดให้ โดยสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มประจำจะได้รับมอบหมาย ให้ศึกษาเนื้อหาที่แตกต่างกันตามความเหมาะสม และแต่ละคนที่ศึกษาเนื้อหาเดียวกันจากทุกกลุ่มมารวมกันเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เพื่อร่วมกันศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจ แล้วหาวิธีอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มประจำของตนฟัง ผู้เชี่ยวชาญกลับเข้ากลุ่มประจำแล้วเล่าเรื่องที่ตนไปศึกษามาให้เพื่อนฟัง เมื่อทุกคนเล่าเรื่องที่ตนศึกษาจบแล้ว ให้สมาชิกคนหนึ่งสรุปเนื้อหาของสมาชิกทุกคนเข้าด้วยกัน ครูทดสอบความเข้าใจและให้การเสริมแรง

6) กลุ่มร่วมมือ (co-op) สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มย่อยจะได้รับมอบหมายให้ศึกษาเนื้อหา หรือทำกิจกรรมที่ต่างกัน ทำเสร็จแล้วจึงนำผลงานมารวมกันเป็นงานกลุ่ม เพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ ควรอ่านทบทวนและตรวจแก้ไขให้สมบูรณ์ นำผลงานกลุ่มมาเสนอต่อชั้นเรียน

7) การร่วมมือแข่งขัน (games tournament) แบ่งผู้เรียนเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มแข่งขัน สมาชิกในกลุ่มทั้ง 2 กลุ่ม มีจำนวนเท่ากัน กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ตัดสิน โดยไม่ต้องให้คำตอบ กลุ่มแข่งขันแต่ละกลุ่มจะตั้งข้อสอบให้กับเพื่อนของตน เมื่อถึงเวลาแข่งขัน ผู้ตัดสินอธิบายกติกา และเรียกตัวแทนของกลุ่มแข่งขันออกมาทีละคนหรือมากกว่านั้น ตามความเหมาะสม เมื่อสิ้นสุดการแข่งขัน กลุ่มที่ได้คะแนนสูงกว่าเป็นผู้ชนะ

8) ร่วมกันคิด (numbered together) ครูถามคำถามให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบ จากนั้นครูจึงเรียกให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งจากกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือทุก ๆ กลุ่มตอบคำถาม

เพื่อให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือศึกษา เรียนรู้ด้วยตนเองกับกลุ่มเพื่อนที่แตกต่างกัน ผ่านกระบวนการกลุ่ม การช่วยเหลือร่วมมือร่วมใจ และความรับผิดชอบต่อตนเอง และกลุ่ม นักเรียนพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองด้วยการเล่าอธิบาย สอนผู้อื่น

ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้สอนควรเลือกใช้รูปแบบของการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเหมาะสมกับผู้เรียน การเรียนรู้เนื้อหาหนึ่งๆ อาจใช้รูปแบบของการเรียนรู้หลายรูปแบบผสมผสานกันได้ และผู้สอนจะต้องคำนึงถึงการบูรณาการด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และสอดคล้องคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม โดยสอดคล้องในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาสาระให้ครบถ้วน เพื่อให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

วรรณวิภา สุทธิเกียรติ (2542 : 27) กล่าวว่า การเรียนการสอนเรขาคณิตต้องอาศัยบทบาทของครูในการกำหนดกิจกรรม การวางขั้นตอนที่เหมาะสม รวมทั้งบทบาทในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ และให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อค้นพบสิ่ง

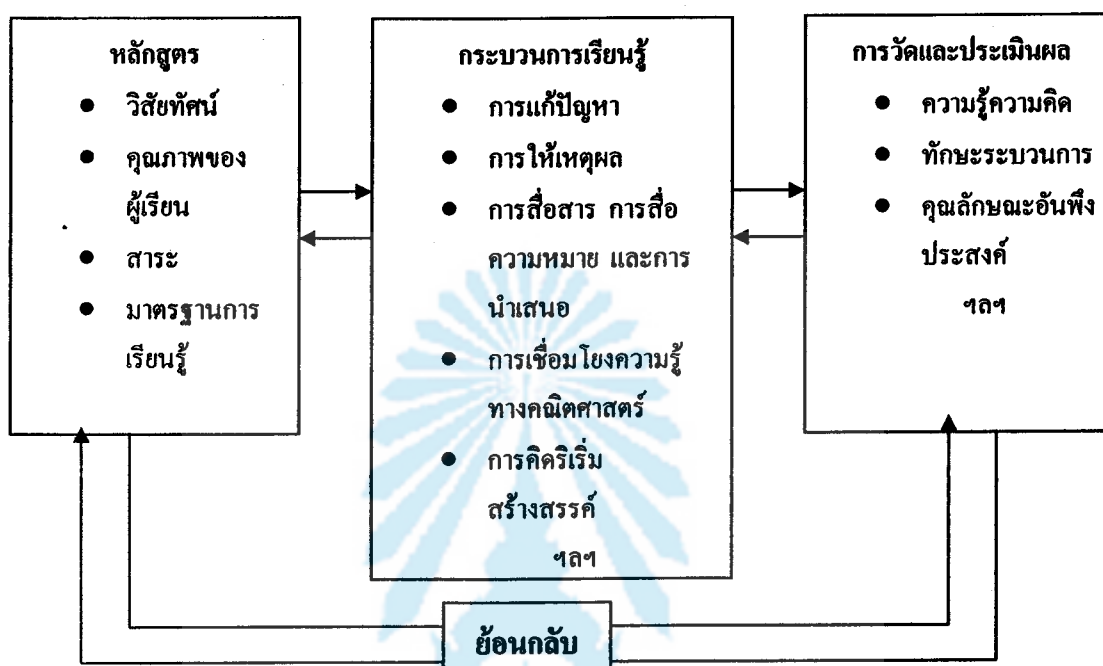
ใหม่ ๆ ซึ่งเป็นสิ่งท้าทายความสามารถความอยากรู้อยากเห็นตามลักษณะของวัยเรียน เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และยังส่งผลให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีจินตนาการพร้อมที่แก้ปัญหาต่าง ๆ

สมเดช บุญประจักษ์ (2544ข : 2) กล่าวว่า เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเรขาคณิตสามารถใช้ความรู้และเชื่อมโยงความรู้เรขาคณิตกับความรู้แขนงอื่น ๆ ได้ ผู้เรียนจะต้องได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเริ่มจากกิจกรรมง่าย ๆ ไปสู่สถานการณ์ปัญหาที่ท้าทาย ผู้เรียนจะต้องทำการสืบค้น ทดลองและสำรวจ สิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น ฝักการมองภาพ สร้างภาพ และเปรียบเทียบรูปร่างในตำแหน่งต่าง ๆ กัน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เน้นกระบวนการ การให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์การปฏิบัติจริง ดังนั้นผู้สอนจึงต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (child centered) นั่นคือ ความรู้ที่นักเรียนได้รับต้องมาจากการค้นคว้าแสวงหาความรู้และหาคำตอบด้วยตนเอง แล้วนำมาแลกเปลี่ยนผู้สอนต้องคำนึงถึงศักยภาพของนักเรียนเป็นสำคัญ ควรจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับแล้ว ส่งผลต่อความสามารถในตัวของนักเรียน จนสามารถพัฒนาได้เต็มตามศักยภาพของนักเรียนเองโดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ท้าทายให้นักเรียนสนใจใคร่รู้
 2. มีการจัดแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายในเรื่องคณิตศาสตร์
 3. มีการสนับสนุนให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าทดลองปฏิบัติจริง
 4. มีการวัดผลและประเมินผลที่สามารถคิดวิเคราะห์ใช้เหตุผลและแก้ปัญหาเป็น
 5. ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยการแข่งขันทักษะ ประมวลโครงการ
- 2.1.6 องค์ประกอบสำคัญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

หลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง การบูรณาการสิ่งเหล่านี้เข้าด้วยกันจะส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีคุณค่าต่อผู้เรียน และช่วยให้การจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผล

การบูรณาการเนื้อหาสาระตามหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลเข้าด้วยกันจะต้องพิจารณาประเด็นสำคัญต่อไปนี้

1. ความสอดคล้องระหว่างแนวทางการวัดผลประเมินผลของสถานศึกษากับสาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ความต้องการของท้องถิ่น ความเหมาะสมกับวัย ระดับพัฒนาการและประสบการณ์ของผู้เรียน ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และแผนการจัดการเรียนรู้
2. กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอน และแนวทางการวัดผลประเมินผลที่หลากหลายและเหมาะสมต่อความรู้ความสามารถของผู้เรียน
3. การมีส่วนร่วมของผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาของสถานศึกษา ในการจัดทำกรอบการวัดผลประเมินผล เกณฑ์การให้ระดับคุณภาพ และดำเนินการวัดผล ประเมินผลอย่างสม่ำเสมอตามมาตรฐานที่กำหนด

2.1.7 การวัดผลและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2548 : 35 -36) ได้กล่าวถึงหัวข้อต่อไปนี้

1. จุดประสงค์ของการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการที่ต้องทำควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอนโดยมีจุดประสงค์ 3 ประการ ดังนี้

1.1 เพื่อการวินิจฉัยความรู้พื้นฐานและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียน ซึ่งอาจประเมินได้ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.1.1 ประเมินก่อนเรียน เป็นการประเมินความรู้พื้นฐานและทักษะจำเป็นที่ผู้เรียนควรมีก่อนการเรียนรายวิชา บทเรียน หรือหน่วยการเรียนรู้ใหม่ ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลประเมินผลจะช่วยให้ผู้สอนนำไปใช้เพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตรงตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียนและวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้สอนพิจารณาเลือกผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน ด้วยการเลือกเนื้อหาสาระ กิจกรรม แบบฝึกหัด อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เหมาะสมและตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

1.1.2 ประเมินระหว่างเรียน เป็นการประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้ ข้อมูลที่ได้จะช่วยให้ผู้สอนนำไปใช้เพื่อศึกษาพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ ว่าผู้เรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเพียงใด ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่มีพัฒนาการเพิ่มขึ้น ผู้สอนจะค้นหาแนวทางแก้ไขได้ทันที และปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียนใดก็จะจัดให้เรียนซ้ำ หรือผู้เรียนเรียนรู้บทเรียนใดได้เร็วกว่าที่กำหนดไว้ก็จะได้ปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังช่วยให้ทราบจุดเด่นและจุดด้อยของผู้เรียนแต่ละคนด้วย

1.2 เพื่อใช้ผลการประเมินในการตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนเป็นการตรวจ สอบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และใช้ผลการทดสอบเพื่อตัดสินผลการเรียนและให้ระดับคะแนนของรายวิชานั้น รวมทั้งนำผลการเรียนรู้อย่างกล่าวไปใช้เพื่อแนะแนวทางการศึกษาต่อ

1.3 เพื่อใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลสารสนเทศในการวางแผนบริหารจัดการ ศึกษาของสถานศึกษา การกำหนดเป้าหมาย และการพัฒนาหลักสูตรต่าง ๆ

2. หลักการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีหลักการที่สำคัญดังนี้

2.1 การวัดผลประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่เร้าที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยอาจใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้ “นักเรียนแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร” “ใครมีวิธีการนอกเหนือไปจากนี้บ้าง” “นักเรียนคิดอย่างไรกับวิธีการที่เพื่อนเสนอ” การกระตุ้นด้วยคำถามที่เน้นการคิดจะทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยตนเอง และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ผู้สอนยังสามารถใช้คำตอบของผู้เรียนเป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ และพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อีกด้วย

2.2 การวัดผลประเมินผลต้องสอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียนที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้และจะต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรที่สถานศึกษาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้ผู้สอนจะต้องกำหนดวิธีการวัดผลประเมินผล เพื่อใช้ตรวจสอบว่าผู้เรียนได้บรรลุการเรียนรู้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ และต้องแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละเรื่องให้ผู้เรียนทราบโดยตรงหรือทางอ้อม เพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงตนเอง

2.3 การวัดผลประเมินผลต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามสาระการเรียนรู้ที่จัดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา โดยเน้นการเรียนรู้ด้วยการทำงานหรือทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดสมรรถภาพทั้ง 3 ด้าน งานหรือกิจกรรมดังกล่าวควรมีลักษณะดังนี้

- 2.3.1 สาระในงานหรือกิจกรรมต้องใช้การเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่อง
- 2.3.2 ทางเลือกในการดำเนินงานหรือการแก้ปัญหามีหลายวิธี
- 2.3.3 เจื่อนไขหรือสถานการณ์ของปัญหาที่เป็นปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความสามารถตามศักยภาพของตน
- 2.3.4 งานหรือกิจกรรมต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น การพูด การเขียน วาดรูป
- 2.3.5 งานหรือกิจกรรมควรมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

2.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องช่วยให้ได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมอย่างหลากหลาย เช่น การมอบหมายงานให้ทำเป็นการบ้านการเขียนแบบบันทึกทางคณิตศาสตร์ (math note) การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การจัดทำแฟ้มสะสมงาน การทำโครงการ รวมทั้งการให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง และนำผลที่ได้ไปตรวจสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามที่กำหนดไว้ เพื่อช่วยให้ผู้สอนได้มีข้อสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนอย่างครบถ้วน การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสนเทศดังกล่าว สามารถทำได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

2.4.1 การประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียน มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถและค้นหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของผู้เรียน ด้วยการสังเกต การสอบปากเปล่า หรือการใช้แบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัย ทั้งนี้คำถามหรืองานที่มอบหมายควรมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาสาระที่เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ และครอบคลุมทักษะกระบวนการหรือความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้วย

2.4.2 การประเมินเพื่อให้ได้ข้อมูลป้อนกลับ มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบผู้เรียนถึงการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยเน้นการวัดผลประเมินผลตามสภาพจริงที่ครอบคลุมทั้งการทดสอบ การนำเสนอผลงานในชั้นเรียน การทำโครงการ การแก้ปัญหา การอภิปรายในชั้นเรียน หรือการทำภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

2.4.3 การประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียน มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ประยุกต์ใช้ความรู้และความสามารถของผู้เรียนในรายวิชานั้น วิธีการประเมินควรพิจารณาจากการปฏิบัติงานและการทดสอบที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชาหรือมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

เครื่องมือวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมินตามจุดประสงค์หนึ่งอาจไม่สามารถนำมาใช้กับอีกจุดประสงค์หนึ่งได้ เช่น แบบทดสอบเพื่อการแข่งขันหรือเพื่อการคัดเลือกที่มีความยากง่ายและมีจำนวนข้อคำถามเหมาะสมกับผู้เรียนบางกลุ่ม อาจไม่เหมาะสมที่ จะนำมาใช้กับผู้เรียนทุกคน และไม่ควรมีผลการคัดเลือกจากการแข่งขันมาใช้ในการตัดสินผล การเรียนรู้

2.5 การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้หรือรสนิยมในการปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้ง

ปรับปรุงการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ จึงต้องมีการวัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอ และนำผลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งแบ่งการประเมินผลเป็น 3 ระยะ ดังนี้

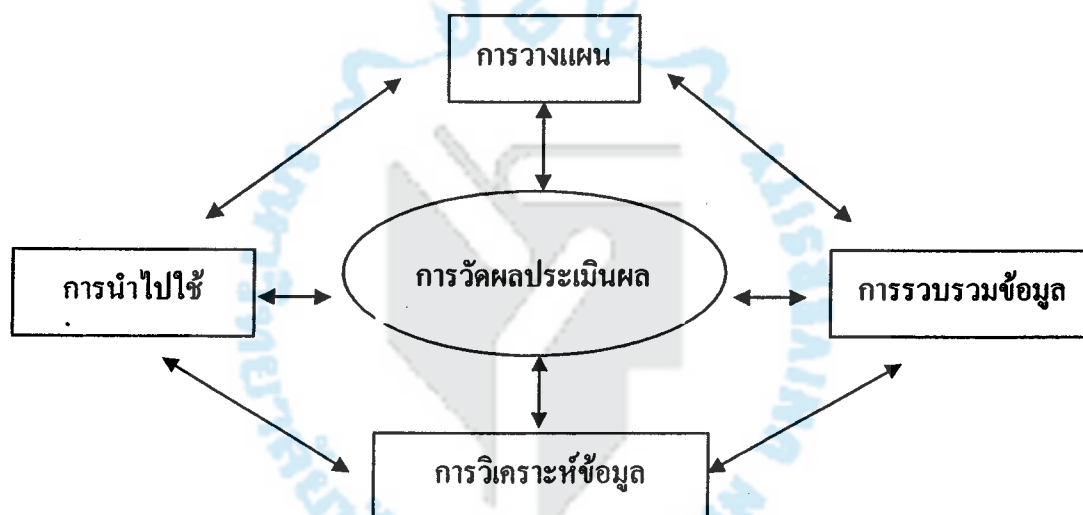
2.5.1 การวัดผลประเมินผลก่อนเรียน เป็นการประเมินผลที่กำหนดไว้ ก่อนเริ่มต้นการสอนแต่ละหน่วยหรือแต่ละบทตามจุดมุ่งหมายการสอน

2.5.2 การวัดผลประเมินผลระหว่างเรียนหรือการวัดผลประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนเป็นการวัดผลประเมินผลความรู้ความสามารถของผู้เรียนตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้สำหรับการเรียนรู้แต่ละบทหรือแต่ละหน่วย

2.5.3 การวัดผลประเมินผลหลังเรียน เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้สรุปผลการเรียนรู้ หรือเป็นการวัดผลแบบสรุปรวบรวมขอหลังจากจบหน่วยการเรียน/ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา

3. ขั้นตอนการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีขั้นตอนและวิธีการที่หลากหลายและแตกต่างกันตามจุดมุ่งหมายและความต้องการของผู้ประเมิน ทั้งนี้การวัดผลประเมินผลในแต่ละขั้นตอนจะต้องสัมพันธ์กัน แสดงได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ของขั้นตอนการวัดผลประเมินผล

จากความสัมพันธ์ของแต่ละด้านดังกล่าว มีรายละเอียดที่ต้องพิจารณาดังนี้

3.1 การวางแผนการวัดผลประเมินผล โดยผู้สอน ผู้เรียน และผู้เกี่ยวข้อง ร่วมกันกำหนดรายละเอียดสำคัญที่ประกอบด้วย

3.1.1 จุดประสงค์ของการนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้จากการวัดผล
ประเมินผลไปใช้

3.1.2 กรอบของสาระการเรียนรู้และทักษะ/กระบวนการที่ต้องการ
วัดประเมินผล

3.1.3 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1.4 เกณฑ์การตัดสินสมรรถภาพของผู้เรียน

3.1.5 รูปแบบที่ใช้ในการสรุป ตัดสิน และรายงานผล

3.2 การรวบรวมข้อมูล ในการจัดการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงการ
ประเมินผลควบคู่ไปกับการใช้เครื่องมือวัดผลประเมินผลที่เหมาะสม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลให้
สอดคล้องกับแผนที่วางไว้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องจะต้องสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่
หลากหลายตามสภาพจริง มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่สอดคล้องกับการประเมิน
สมรรถภาพของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ความคิด ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ
คุณลักษณะที่พึงประสงค์

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้สอนจะต้องนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์
เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มตามประเภทงานและ
ตามมาตรฐานการเรียนรู้พร้อมทั้งจัดเก็บบันทึกข้อมูลไว้เป็นหลักฐาน

3.4 การนำผลไปใช้ ผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องสามารถนำผลที่ได้จากการ
วิเคราะห์ไปใช้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

จากขั้นตอนข้างต้น ถ้าผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องพบว่า มีขั้นตอนใดของการวัดประเมินผล
หรือผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ก็สามารถปรับปรุงแก้ไขได้

4. การประเมินตามสภาพจริง

การประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินผลงานจากหลักฐานร่องรอย
หรือผลที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การบันทึก การทดลอง และ
การรวบรวมข้อมูลจากผลงานที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แสดงถึงสมรรถภาพของ
ผู้เรียนอย่างเพียงพอและตรงตามความเป็นจริง การประเมินตามสภาพจริงควรให้ความสำคัญกับ
ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สอดคล้องกับคุณภาพ
ของผู้เรียนแต่ละคนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่กำหนดเป้าหมายไว้ดังนี้

4.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามความสามารถของตนเอง

4.2 เพื่อให้การประเมินสอดคล้องกับสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

จริง

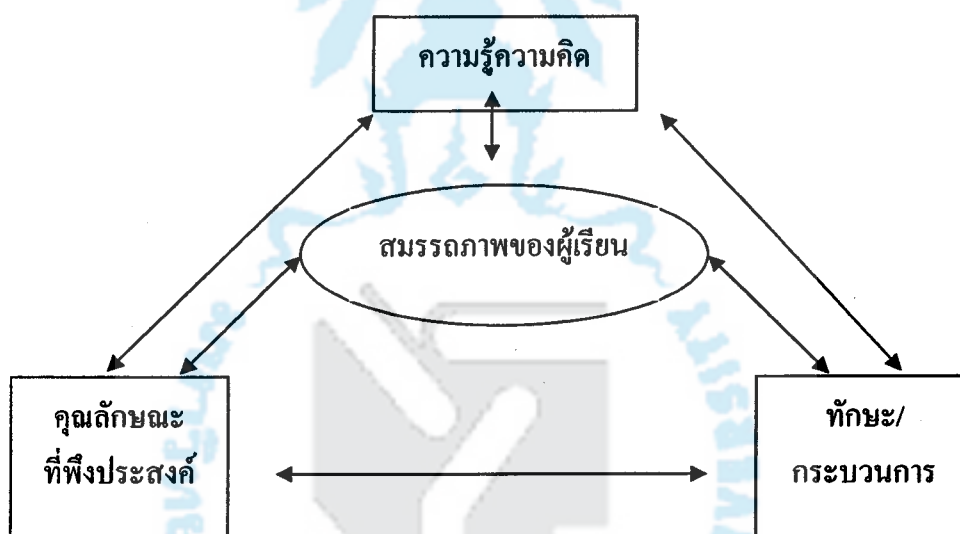
4.3 เพื่อให้สามารถค้นหาจุดเด่นของผู้เรียนและส่งเสริมให้เกิดการพัฒนา

ได้อย่างเต็มศักยภาพ

4.4 เพื่อให้ทราบข้อบกพร่องของผู้เรียนและนำไปปรับปรุงแก้ไขได้

ทันเวลา

การประเมินตามสภาพจริงจะช่วยพัฒนาและส่งเสริมสมรรถภาพของผู้เรียน
ที่ครอบคลุม ด้านความคิด ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ความสัมพันธ์
ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ของการประเมินตามสภาพจริง

การประเมินสมรรถภาพแต่ละด้านดังกล่าว พิจารณาได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกของ
ผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ความคิด

ความรู้ความคิดในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นการพัฒนาสมรรถภาพของ
ผู้เรียนที่แสดงออกด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สมรรถภาพและพฤติกรรมที่แสดงออกในการประเมินความรู้ความคิด

สมรรถภาพ	พฤติกรรมการแสดงออก
1. ความรู้ความจำ	- บอกรับทนิยาม ทฤษฎีบท และข้อตกลงต่าง ๆ
2. ความเข้าใจ	- อธิบายและยกตัวอย่างประกอบ
3. การนำไปใช้	- นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
4. การวิเคราะห์	- แยกแนวคิดที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ
5. การสังเกต	- รวบรวมความรู้ ข้อเท็จจริง และลงข้อสรุปหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่
6. การประเมินค่า	- เปรียบเทียบความรู้และตัดสินใจหรือสรุปเพื่อการเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การวัดผลประเมินผลด้านความรู้ความคิด จะต้องพิจารณาจากจุดมุ่งหมายของการประเมินผลที่กำหนดไว้แล้ว โดยพิจารณาจากพฤติกรรมการแสดงออกตามที่ระบุไว้ในหลักสูตร

3. สื่อการเรียนรู้

เนื่องจากสังคมไทยต้องเผชิญกับวิกฤตการณ์ทางสังคมและเศรษฐกิจ จำเป็นที่จะต้อง มีทักษะในการปรับตัว ให้สามารถแข่งขันและร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ในเวทีโลก และสามารถ ฝ่าวิกฤตความขัดแย้งทั้ง ความคิด การกระทำของตัวบุคคล องค์กรและสังคม ดังนั้นสถานศึกษา เป็นหน่วยที่สำคัญยิ่งของสังคม จะต้องจัดการศึกษาให้ทันกับความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ซึ่งเป็น เหตุผลที่เป็นความจำเป็นที่ต้องปฏิรูปการศึกษา

กลไกที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำให้การปฏิรูปการศึกษาสัมฤทธิ์ผล คือ การปฏิรูปการ เรียนรู้ตามแนวทางของ พระราชบัญญัติการศึกษาพุทธศักราช 2542 ซึ่งมุ่งสร้างปัญญา และพัฒนา ทักษะการคิดของผู้เรียน ให้สามารถคิดได้อย่างมีระบบ คิดสร้างสรรค์ และมีวิจารณญาณ มี ความสามารถในระดับสูง มีพัฒนาการทางอารมณ์ โดยการปลูกฝังให้เห็นคุณค่าของตนเอง เข้าใจ ตนเอง เข้าใจผู้อื่น สามารถแก้ปัญหาข้อขัดแย้งทางอารมณ์ได้อย่างเหมาะสม คิดแบบองค์รวม และคิดสร้างสรรค์เพื่อที่จะสามารถร่วมมือและแข่งขันอย่างสร้างสรรค์ในสังคมและโลกได้

การจัดการเรียนรู้ที่ตอบรับกับการปฏิรูปการเรียนรู้ดังกล่าว จะผลักดันให้ครูปรับเปลี่ยน วัฒนธรรมการสอน และบทบาทจากผู้สอน ผู้ชี้นำ ในการเรียนการสอนมาเป็นผู้อำนวยความสะดวก

สะดวก ช่วยเหลือ สนับสนุนผู้เรียนในการแสวงหาความรู้ โดยเสนอแนะวิธีการและยุทธศาสตร์การเรียนรู้ และค้นพบความรู้จากการปฏิบัติของตนเอง และสร้างความรู้ในสมองของตนเอง โดยอาศัยสื่อและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ดังนั้นกระบวนการการเรียนรู้จึงไม่ได้จำกัดขอบเขตการจัดการเรียนรู้ เฉพาะในห้องเรียนหรือโรงเรียนเท่านั้น แต่ผู้เรียนควรสามารถเรียนรู้ได้จากแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ อย่างหลากหลายและกว้างขวาง ที่มีอยู่ในบ้าน โรงเรียนสังคม และโลก ดังนั้น

สื่อการเรียนรู้จำเป็นต้องได้รับการพัฒนา ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างแท้จริง โดยอาศัย

1. แหล่งการเรียนรู้ แหล่งอาชีพ สถานประกอบการ
2. แหล่งการเรียนรู้ตามธรรมชาติ
3. การเรียนรู้ด้วยตนเอง (self learning)
4. การศึกษาค้นคว้าจากสื่อและระบบเทคโนโลยีและสื่อสารสารสนเทศ (ICT)
5. การนำภูมิปัญญาไทยและภูมิปัญญาท้องถิ่นมาบูรณาการในการเรียนจัดการ

เรียนรู้

แหล่งการเรียนรู้ หมายถึง แหล่งข้อมูล ข่าวสาร สารสนเทศ และประสบการณ์ ที่สนับสนุน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ แสวงหาความรู้ และเรียนรู้ด้วยตนเองตามอัธยาศัย อย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้

ในโลกปัจจุบันพบว่า ความต้องการเกี่ยวกับตัวผู้เรียนเพิ่มมากขึ้น เพราะว่าที่ผ่านมา อาจจะมีการตอบสนองต่อการเรียนแบบท่องจำมากเกินไป แต่ในปัจจุบันในสภาพชีวิตจริงต้องการบุคคลในสังคม ที่มีความสามารถในการใช้ทักษะการให้เหตุผลในระดับที่สูงขึ้น ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งพบว่าความสามารถในทักษะดังกล่าวที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาไม่ค่อยปรากฏให้เห็นหรือมีอยู่น้อยมาก ในปัจจุบันจะพบว่าทุก ๆ คนไม่ว่าจะเป็นผู้ที่ทำงานในโรงงานประกอบเครื่องจักรตามสายพานหรือทำงานที่ต้องร่วมกันคิดเป็นทีม ต่างล้วนจำเป็นต้องมีทักษะการแก้ปัญหาด้วยกันทั้งหมด ซึ่งนั่นหมายความว่าแนวความคิดเกี่ยวกับการจัดการศึกษาต้องเปลี่ยนไป ดังที่ ไคร์สกอล. (Driscoll : 1994) กล่าวว่า อาจจะต้องเปลี่ยนจากแนวคิดที่ว่า ผู้เรียนเป็นภาชนะที่ว่างเปล่าที่รอรับการเติมให้เต็ม มาคิดว่า ผู้เรียนเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความตื่นตัว กระฉับกระเฉงและค้นหาความหมายของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งขณะนี้ผู้เรียนจะถูกมองว่าเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมอย่างตื่นตัวในการเรียนรู้ คิดค้นหาวิธีที่จะวิเคราะห์ ตั้งคำถาม อธิบายและทำความเข้าใจต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง

ในปัจจุบันเป็นยุคที่การส่งข้อมูลที่รวดเร็วมาก เทคโนโลยีเปิดโอกาสให้แต่ละบุคคลได้รวบรวมวิเคราะห์และสื่อสารข้อมูลข่าวสารได้อย่างละเอียดและรวดเร็วกว่าที่ผ่านมา เป็นผลที่ทำให้ความต้องการและขอบเขตเกี่ยวกับการศึกษาขยายเพิ่มมากขึ้น เพื่อที่จะช่วยผู้เรียนทุกคนได้รับทักษะที่เพิ่มมากขึ้น ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการวิเคราะห์ ตัดสินใจ และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงที่ซับซ้อน ดังที่ บรูเนอร์. (Bruner : 1993) กล่าวว่า "ผู้เรียนต้องยกระดับการเรียนรู้ที่เพิ่มจาก "การจดจำ" ข้อเท็จจริง ไปสู่การเริ่มต้นที่จะคิดอย่างมีวิจารณญาณและสร้างสรรค์" ความจำเป็นที่เพิ่มขึ้นเหล่านี้ นำมาสู่การเปลี่ยนแปลงวิธีการที่ครูผู้สอนจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน จากเดิมจะเป็นการบอกถ่ายทอดความรู้จากครูไปสู่ผู้เรียน มาเป็นการจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ การยิ่งไปกว่านั้นความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจำเป็นที่ครูผู้สอนต้องมีพื้นฐานของความเข้าใจอย่างดีเกี่ยวกับผู้เรียนแต่ละคนมีวิธีการเรียนรู้อย่างไร

ดังนั้นผู้สอนควรจะศึกษาเทคนิค วิธีการ เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ใหม่ ซึ่งแต่เดิมมักเป็นการสอนให้ผู้เรียนเรียน โดยเน้นการท่องจำและปรับเปลี่ยนมาสู่การใช้เทคนิควิธีการที่จะช่วยผู้เรียนได้รับข้อเท็จจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การใช้เทคนิคช่วยการจำ รวมทั้งการจัดการสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลางอาจนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญและเป็นความต้องการของการศึกษาในขณะนี้ คือ การสอนที่ผู้เรียนควรได้รับคือ ทักษะการคิดในระดับสูง (higher-order thinking skills) ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตลอดจนการแก้ปัญหาและการถ่ายโอน (transfer) โดยเน้นการใช้วิธีการต่าง ๆ อาทิ สถานการณ์จำลอง การค้นพบ การแก้ปัญหา และการเรียนแบบร่วมมือ สำหรับผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์การแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสภาพชีวิตจริง

ต่อไปนี้จะเป็นการเปรียบเทียบบทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนแบบเดิมและบทบาทที่เปลี่ยนแปลงที่มีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 6 บทบาทของครูในการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

บทบาทครู	
บทบาทเดิม	บทบาทที่เปลี่ยนแปลง
- เป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและเป็นแหล่งสำหรับคำตอบ - เป็นแหล่งข้อมูลสารสนเทศและส่งเนื้อหาความรู้ไปยังผู้เรียนโดยตรง - ถามคำถามและชี้แนะทิศทางในการเรียนรู้ของผู้เรียน ดำเนินการให้ผู้เรียนได้รับการทดสอบก่อนเรียนและฝึกหัดทีละขั้นตอนเพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์	- มีส่วนร่วมอย่างผู้ที่ไม่ได้รอบรู้เรื่องทั้งหมดแต่มีความต้องการที่จะเรียนรู้ - เป็นผู้ที่สนับสนุน ร่วมมือ ฝึกสอนสำหรับผู้เรียนที่เรียนร่วมกันและประเมินผลข้อมูลข่าวสาร - ฝึกสอนหรือชี้แนะให้ผู้เรียนพัฒนาและตั้งคำถามด้วยตนเองและค้นหาหรือสำรวจทางเลือกในการค้นพบคำตอบ ส่งเสริมผู้เรียนให้ใช้ความรู้และทักษะในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา

จากตารางที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ เกี่ยวกับบทบาทของครูในการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จากบทบาทต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป วิธีการดำเนินการ จะส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความรู้และทักษะในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งครูจะเป็นผู้คอยชี้แนะให้ผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะต้องตั้งคำถามและหาคำตอบด้วยตนเอง

ตารางที่ 7 บทบาทของนักเรียนในการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

บทบาทนักเรียน	
บทบาทเดิม	บทบาทที่เปลี่ยนแปลง
- เป็นผู้ที่รอรับความรู้แนวทางและสารสนเทศจากครูผู้สอนโดยตรง - แสดงบทบาทของผู้เรียนเสมอ - ดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการที่ได้รับ มีแนวคิดที่ครูผู้สอนเป็นผู้ที่จะให้คำตอบได้ทุกอย่าง	- ต้องตื่นตัวในการค้นหาความต้องการเกี่ยวกับสารสนเทศและประสบการณ์การเรียนรู้และค้นหาวิธีการที่จะได้มา - เข้ามามีส่วนร่วมแบบผู้เชี่ยวชาญ/ผู้จัดเตรียมสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ต้องการที่จะค้นหา ค้นพบ และหาวิธีการแก้ปัญหการเรียนรู้ มีแนวคิดที่ครูผู้สอนเป็นแหล่งความรู้เป็นรูปแบบและเป็นผู้ช่วยเหลือที่จะช่วยกระตุ้น การค้นหาและค้นพบวิธีการแก้ปัญหของนักเรียน

จากตารางที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญเกี่ยวกับบทบาทของครูและนักเรียนในสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จากบทบาทต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป วิธีการการดำเนินการจะต้องสอดคล้องและเหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอน จะเห็นได้ว่าจะมุ่งเน้นผู้เรียนได้ลงมือกระทำในภารกิจการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแสวงหาข้อมูล การค้นพบคำตอบ ตลอดจนสามารถนำความรู้ที่เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ อันจะส่งผลต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

3.1 การเรียนรู้ (learning)

การเรียนรู้เป็นแนวคิดที่กว้างขวาง อาจมีหลายความหมายซึ่งขึ้นกับแนวคิดหลักของทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐาน ซึ่งมีผู้ให้นิยามไว้อย่างกว้างขวาง ดังต่อไปนี้

แนวคิดที่ 1 การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีกลุ่มพฤติกรรมนิยม

"การเรียนรู้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากประสบการณ์ที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมหรือจากการฝึกหัด"

"การเรียนรู้ เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ถาวรพฤติกรรมที่ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อม" (Driscoll. 1994)

"การเรียนรู้เกิดขึ้น เมื่อประสบการณ์ที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรเกี่ยวกับความรู้กับพฤติกรรมของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง"

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ดังกล่าว เริ่มตั้งแต่เริ่มต้นศตวรรษที่ 20 และทำการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ในห้องทดลอง บทบาทของผู้เรียนจะเป็นการรับทั้งรางวัลและการลงโทษ ในขณะที่ครูเป็นผู้บริหารจัดการรางวัลและการลงโทษ ได้แก่ การฝึกหัด และฝึกปฏิบัติ บทบาทของนักออกแบบการสอนหรือครูผู้สอน จะเป็นการสร้างสิ่งแวดล้อมที่ให้ผู้เรียนต้องลงมือทำซ้ำๆ จะเป็นการชี้นำให้มีการตอบสนองที่ง่ายๆ ซึ่งคิดตามด้วยการให้ผลย้อนกลับทันที

แนวคิดที่ 2 การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีกลุ่มพุทธิปัญญานิยม

"การเรียนรู้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงความรู้ของผู้เรียน ทั้งทางด้านปริมาณและด้านคุณภาพ คือนอกจากผู้เรียนจะมีสิ่งที่เรียนรู้เพิ่มขึ้นแล้วยังสามารถจัดรวบรวมเรียบเรียงสิ่งที่เรียนรู้เหล่านั้นให้เป็นระเบียบ เพื่อให้สามารถเรียกกลับมาใช้ได้ตามที่ต้องการ" (Mayer. 2002)

"การเรียนรู้ (learning) ว่า เป็นการได้มา (acquisition) หรือการจัดระเบียบหรือหมวดหมู่ใหม่ (reorganization) ของโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structures) โดยผ่านกระบวนการประมวลผลของข้อมูลและการเก็บรักษาข้อมูล" (good and brophy. 1990 : 187)

"การเรียนรู้ (learning) ว่า เป็นการได้มา (acquisition) ซึ่งความรู้ ซึ่งมาจากพื้นฐานที่ว่า การเรียนรู้ จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้นำข้อมูลข่าวสารใหม่ไปไว้ในความจำระยะยาว" (Mayer. 2002)

"การเรียนรู้ (learning) เป็นระดับของการถ่ายโยงความรู้และทักษะเดิม หรือสิ่งที่เรารู้มาแล้วไปสู่บริบทและปัญหาใหม่ "

แนวคิดดังกล่าวข้างต้นนี้เริ่มตั้งแต่ 1950,1960,1970 โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ในห้องทดลอง บทบาทของผู้เรียนเป็นผู้รับข้อมูลข่าวสาร งานของครูผู้สอนจะเป็นผู้นำเสนอข้อมูลข่าวสาร เช่น คำบรรยาย การบรรยาย ตามแนวคิดนี้ข้อมูลข่าวสารจะถูกถ่ายทอดโดยตรงจากครูผู้สอนไปยังผู้เรียน บทบาทของนักออกแบบการสอนหรือครู จะเป็นการสร้างสิ่งแวดล้อมที่ผู้เรียนจะต้องดูดซับข้อมูลข่าวสารจำนวนมาก เช่น คำบรรยาย โปรแกรมคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย (Mayer. 2002)

แนวคิดที่ 3 การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivism)

"การเรียนรู้ (learning) ว่า เป็นการสร้างความรู้ (knowledge construction) ซึ่งมาจาก

พื้นฐานที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนได้สร้างสิ่งที่แทนความรู้ในความจำในระยะทำงาน (working memory) อย่างตื่นตัว

แนวคิดดังกล่าวข้างต้นเริ่มตั้งแต่ 1980 และ 1990 โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ของ มนุษย์ ในสภาพบริบทการเรียนรู้ที่แท้จริงเพิ่มมากขึ้น ภายใต้นโยบายการสร้างความรู้บทบาทของผู้เรียนเป็นผู้ที่ลงมือกระทำ ในขณะที่ครูผู้สอนเป็นผู้แนะแนวทางพุทธิปัญญา ซึ่งจะจัดแนะแนว และเป็นโมเดลในการกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริง บทบาทของนักออกแบบการสอน หรือครู จะเป็น การสร้างสิ่งแวดล้อมที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์อย่างมีความหมายกับเนื้อหาทางวิชาการ รวมถึงการทำให้เกิดกระบวนการในการเลือก จัดหมวดหมู่ และการบูรณาการข้อมูลข่าวสาร (Mayer. 2002)

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามพื้นฐานทางทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ทั้ง 3 แนวคิด ดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า งานที่สำคัญของครูก็คือช่วยนักเรียนแต่ละคนให้เกิดการเรียนรู้ โดยมีครูทำหน้าที่จัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพที่ตอบสนอง กับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นการ จัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่เน้น

1. การพัฒนากระบวนการคิดอย่างอิสระ
2. สร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง
3. เรียนรู้จากการปฏิบัติของตนเองโดยใช้วิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่

คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของสังคมไทย คือ สามารถคิดแบบองค์รวม เรียนรู้ร่วมกันและทำงาน เป็นทีมเพื่อประโยชน์ของสังคมไทย โดยมีเป้าหมายให้คนไทยมีศักยภาพในการแข่งขันและร่วมมือ อย่างสร้างสรรค์

เมื่อกระบวนทัศน์ (paradigm) เกี่ยวกับการสอนเปลี่ยนมาเป็นการเรียนรู้ มาสู่การเน้น ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ดังนั้นเทคโนโลยี และนวัตกรรมการศึกษาตลอดจน สื่อการสอนจำเป็นต้อง ปรับกระบวนทัศน์เพื่อให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จากเดิมที่เป็นสื่อการสอนมา เป็นสื่อการเรียนรู้ และนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ เพื่อที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการ จัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ที่ไม่ได้มุ่งเพียงเพื่อให้ผู้เรียนสามารถจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ เท่านั้น แต่ยังมุ่งพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของสังคมไทย ได้แก่ ความสามารถคิดแบบองค์ รวม เรียนรู้ร่วมกันและทำงานเป็นทีม ตลอดจนความสามารถในการแสวงหาความรู้และสร้าง ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อทำให้เป็นสังคมที่มีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต เพื่อที่สามารถแข่งขัน และร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ในสังคมและโลกต่อไป

3.2 ความหมายของสื่อการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือของการเรียนรู้ ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากในยุคปัจจุบันข้อมูล ข่าวสาร ความรู้ การใช้เทคโนโลยีและการสื่อสารทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องพัฒนาตนเอง ให้สามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ด้วยตนเอง ตลอดจนพัฒนาศักยภาพการคิด ได้แก่ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ควรเป็นสิ่งที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

สื่อการเรียนรู้ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างรอบตัวผู้เรียน ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เช่น คน สัตว์ สิ่งของ ธรรมชาติ รวมถึงเหตุการณ์หรือแนวความคิด โดยมุ่งเน้นส่งเสริมการค้นคว้า หรือการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กรมวิชาการ. 2545 : คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระภาษาต่างประเทศ)

สื่อการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้ของผู้เรียน อาจทำหน้าที่

1. ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึกรัก เพิ่มพูนทักษะและประสบการณ์
2. สร้างสถานการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน
3. กระตุ้นให้เกิดศักยภาพทางความคิด ได้แก่ คิดไตร่ตรอง คิดสร้างสรรค์ คิด

อย่างมีวิจารณญาณ ตลอดจนกระตุ้นให้ผู้แสวงหาความรู้และมีทักษะในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (กรมวิชาการ. 2544)

สื่อการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่ใช้ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจความรู้สึกรัก เพิ่มพูนทักษะและประสบการณ์ สร้างสถานการณ์การเรียนรู้ กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาศักยภาพทางการคิด เสริมสร้างคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมแก่ผู้เรียน และมุ่งเน้นส่งเสริมผู้เรียนทางด้านการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (กรมวิชาการ. 2545)

จากที่กล่าวมาข้างต้น อาจสรุปได้ว่า สื่อการเรียนรู้ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างรอบตัวผู้เรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เช่น วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ ตลอดจน คน สัตว์ สิ่งของ ธรรมชาติ รวมถึงเหตุการณ์ หรือแนวความคิด อาจอยู่ในลักษณะที่ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึกรัก เพิ่มพูนทักษะและประสบการณ์ หรือเป็นเครื่องมือที่กระตุ้นให้เกิดศักยภาพทางความคิด (cognitive tools) ตลอดจนถึงสิ่งที่กระตุ้นให้ผู้แสวงหาความรู้และมีทักษะในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.3 ความสำคัญของสื่อการเรียนรู้

1. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสร้างความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียนได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

2. ช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นสิ่งที่กำลังเรียนรู้ได้อย่างเป็นรูปธรรม
3. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. สร้างสภาพแวดล้อมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่แปลกใหม่
5. ส่งเสริมการมีกิจกรรมร่วมกันระหว่างผู้เรียน
6. เกื้อหนุนผู้เรียนที่มีความสนใจและความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

ให้สามารถเรียนรู้ได้ทัดเทียมกัน

7. ช่วยเชื่อมโยงสิ่งที่ใกล้ตัวผู้เรียนให้เข้าสู่การเรียนรู้ของผู้เรียน
8. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ตลอดจน

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

9. ช่วยให้ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ในหลายมิติจากสื่อที่หลากหลาย
10. ช่วยกระตุ้นให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในเชิงเนื้อหา กระบวนการ และความรู้เชิง

ประจักษ์

11. ส่งเสริมให้เกิดทักษะ ได้แก่ ทักษะการคิด ทักษะการสื่อสาร

3.4 คุณลักษณะของสื่อการเรียนรู้

1. ช่วยส่งเสริมการสร้างความรู้ของผู้เรียน
2. ช่วยส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
3. มุ่งเน้นการพัฒนาการคิดของผู้เรียน
4. เป็นสื่อที่หลากหลาย ได้แก่ วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ ตลอดจน สิ่งที่มีตามธรรมชาติ
5. เป็นสื่อที่อยู่ตามแหล่งความรู้ในระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ช่วยพัฒนาการร่วม

ทำงานเป็นทีม

3.5 ประเภทของสื่อการเรียนรู้

กรมวิชาการ. (2545 : 35) ได้จำแนกประเภทของสื่อการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. สื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ เอกสาร หนังสือ ตำรา หนังสือพิมพ์ วารสาร ฯลฯ)
2. สื่อเทคโนโลยี ได้แก่
 - แลบบันทึกรูปภาพ วิดีทัศน์ เทปเสียง สไลด์
 - คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (computer-assisted instruction)
 - สื่อบนเครือข่าย (web-based learning)
 - การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนการสอน
 - การศึกษาผ่านดาวเทียม

3. สื่อที่เป็นกิจกรรม/กระบวนการ ได้แก่ กิจกรรมที่จัดเพื่อฝึกกระบวนการคิดและการปฏิบัติ การแสดงละคร บทบาท สมมติสถานการณ์จำลอง การทำโครงการ ฯลฯ)

4. สื่อบุคคล รวมถึงภูมิปัญญาท้องถิ่น

5. สื่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

6. สื่อวัสดุอุปกรณ์ (หุ่นจำลอง แผนภูมิ แผนที่ เครื่องมืออุปกรณ์ทดลอง วิทยาศาสตร์)

3.6 แนวทางในการพัฒนาและการใช้สื่อการเรียนรู้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ประสบผลสำเร็จนั้น ครูผู้สอนจะต้องทำการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อม ๆ กับการผลิตและการใช้สื่อการเรียนรู้ แนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ มีดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์วัตถุประสงค์ เนื้อหา

2. วิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหา

3. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ควรพิจารณาลักษณะของกิจกรรม ดังต่อไปนี้

3.1 ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติอย่างเต็มตัว

3.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ

3.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดแก้ปัญหา หรือพัฒนาชิ้นงาน

โครงการ

3.4 ต้องคำนึงให้ผู้เรียนร่วมเรียนรู้ หรือทำงานเป็นกลุ่ม

4. วิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น จะต้องสื่อการเรียนรู้ประเภทใด ที่ช่วยสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดนั้นได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยเน้นกิจกรรมที่ผ่านกระบวนการที่ผู้เรียนต้องลงมือค้นหาคำตอบ ทำความเข้าใจด้วยตนเอง หรือสะท้อนการเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

5. จัดเตรียม สื่อการเรียนรู้ อาจจะผลิตขึ้นมาใหม่ หรือปรับปรุงจากของเดิม อาจอยู่ในรูปของ ชุดการทดลอง ชุดกิจกรรม สิ่งตีพิมพ์ เช่น เอกสาร ตำรา วารสาร เทคโนโลยี สารสนเทศต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต มัลติมีเดีย แหล่งตามธรรมชาติ แหล่งการเรียนรู้อื่นๆ

6. นำไปใช้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ได้แก่ด้านผู้เรียน ด้านครูผู้สอน ด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก

7. ประเมินผลสื่อ โดยพิจารณาจากประเด็นดังนี้

7.1 ประเมินผลผลิต คือ ประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญ
ด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อ และด้าน
ประเมินผล

7.2 ประเมินบริบทการใช้ เพื่อหาบริบทที่เหมาะสมในการใช้สื่อการเรียนรู้อย่าง
มีประสิทธิภาพในสภาพจริง เช่น การจัดจำนวนสมาชิกในกลุ่ม ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ในกิจกรรม
การแก้ปัญหาที่ใช้ สื่อบนเครือข่าย

7.3 ประเมินด้านความคิดเห็น เจตคติที่มีต่อการเรียนจากสื่อการเรียนรู้

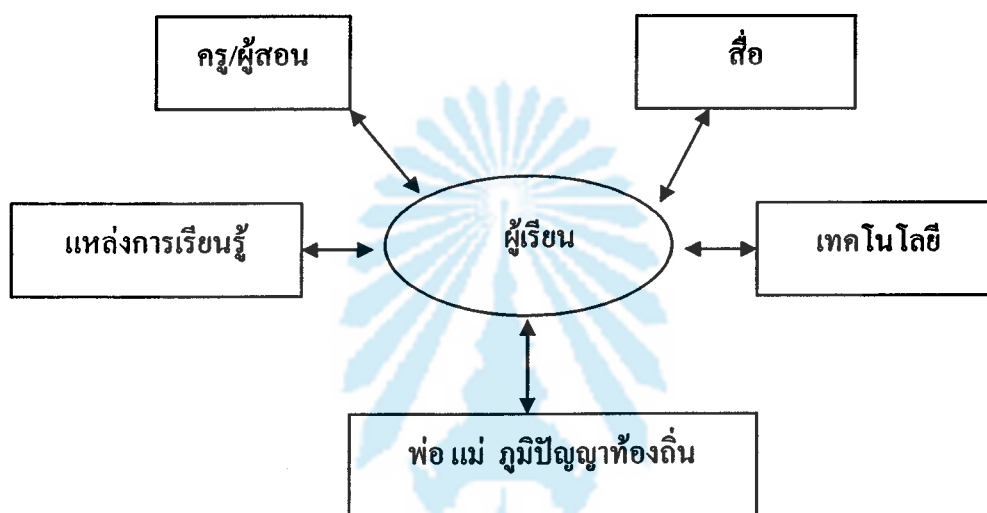
7.4 ประเมินด้านความสามารถ (performance) ของผู้เรียน ความสามารถของ
ผู้เรียนประเมินได้จากการกระทำที่แสดงออกโดยตรง จากการทำงานด้านต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น
สถานการณ์ที่กำหนดให้ที่เป็นสภาพจริง หรือใกล้เคียงกับสภาพจริง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแก้ปัญหา
หรือปฏิบัติงานจริง อาจประเมินได้จาก กระบวนการทำงาน กระบวนการคิด (cognitive process)
โดยเฉพาะการคิดในระดับสูง (higher-order thinking) ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิด
วิพากษ์วิจารณ์ การคิดแบบสร้างสรรค์ การคิดเชิงเหตุผล เป็นต้น นอกจากนี้อาจประเมินเกี่ยวกับ
กระบวนการทำงาน เช่น กระบวนการการแก้ปัญหา

7.5 ประเมินด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.7 การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้

การเปลี่ยนกระบวนการทัศน์ "การถ่ายทอดความรู้จากครู" มาสู่ "การสร้างความรู้ของ
ผู้เรียน" ดังนั้น การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมหรือสื่อมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพ จะเห็นได้ว่าได้
มีแนวคิดเปลี่ยนแปลง จากเดิมครูผู้สอนเป็นผู้ที่วางแผนและถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ไปสู่ผู้เรียน
โดยตรง ต่อมาเมื่อมีการพัฒนาทางด้านสื่อการสอนต่าง ๆ จึงมีการใช้สื่อการสอนถ่ายทอดเนื้อหา
ความรู้ต่าง ๆ ไปยังผู้เรียน เช่น แผ่นภาพโปร่งใส ภาพยนตร์ สไลด์ วิดิทัศน์ คอมพิวเตอร์ช่วย
สอน เพื่อช่วยเพิ่มความเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังแก้ปัญหาที่จำนวนผู้เรียน
เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยตอบสนองด้านความแตกต่างระหว่างบุคคล ในกรณีเหล่านี้ ใน
ปัจจุบันได้เปลี่ยนจากการสอน หรือการถ่ายทอดโดยครูผู้สอน หรือสื่อการสอนมาสู่การเน้นผู้เรียน
เป็นศูนย์กลาง ที่ให้ความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผ่านการปฏิบัติ ลงมือกระทำด้วย
ตนเอง การพัฒนาศักยภาพทางการคิด ตลอดจนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นควรเปิด
โอกาสให้ผู้เรียนวางแผนดำเนินการและการประเมินด้วยตนเอง ดังแสดงในภาพที่ ผู้เรียนจะเป็น
ศูนย์กลางของการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับแหล่งข้อมูลที่มีศักยภาพ ได้แก่ ครู เทคโนโลยี
พ่อแม่ ภูมิปัญญาชาวบ้าน และบุคคลอื่น ๆ ตลอดจน สื่อต่าง ๆ เพื่อที่จะนำมาสู่การขบขั้รู้ในปัญหา

และการแก้ปัญหา หรือการได้มาซึ่งความรู้ที่ตนเองสร้างขึ้น บทบาทของครูได้เปลี่ยนแปลงมาสู่การแนะแนวทางและเป็นผู้อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 โมเดลการใช้สื่อการเรียนรู้ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

เมื่อมีการเปลี่ยนกระบวนทัศน์ การสอนมาสู่การเรียนรู้ ดังนั้นเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมที่นำมาเพิ่มประสิทธิภาพก็ต้องสอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว คือ มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน ลักษณะของการนำเทคโนโลยี และนวัตกรรม หรือสื่อมาใช้ที่สอดคล้องกับการปฏิรูปการเรียนรู้ เป็น "Media + Methods" หรือ "สื่อ ร่วมกับ วิธีการ" เช่น การใช้สื่อบนเครือข่าย (web-base) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเพื่อเปิดโอกาสได้ลงมือกระทำอย่างตื่นตัวในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับเพื่อน รวมทั้งการขยายมุมมอง แนวคิดให้กว้างขวางขึ้น อันนำไปสู่การสร้างความรู้ที่มีความหมายของตนเองขึ้นมา ซึ่งจะเป็นความรู้ที่อยู่คงทนและสามารถถ่ายทอดไปใช้ในสถานการณ์อื่น หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในสภาพชีวิตจริงได้ ส่วนวิธีการ (methods) ที่สอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน ได้แก่

1. การเรียนแบบค้นพบ (discovery)
2. การเรียนแบบสืบเสาะ (inquiry)
3. การเรียนแบบแก้ปัญหา (problem solving)
4. การเรียนแบบร่วมมือ (cooperative learning)

5. การเรียนโดยการสร้างความรู้ (constructivism)

6. สถานการณ์จำลอง (simulation)

7. การสร้างโครงงาน

นอกจากจะใช้สื่อร่วมกับวิธีการ ดังกล่าวมาข้างต้น อาจออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยเปลี่ยนเป็น "การสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้" ซึ่งจะนำพื้นฐานทางทฤษฎีการเรียนรู้ หลักการ หรือวิธีการ มาเป็นพื้นฐานในการออกแบบสื่อ เช่น การจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ของสื่อบทเรียนเครือข่าย (web-base learning) หรือ การจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism)

3.7.1 การผลิตสื่อการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์

สื่อคอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีที่มีความสามารถที่จะผลิตสื่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ และนักเรียนเกิดมีความกระตือรือร้นต่อสื่อคอมพิวเตอร์เป็นอย่างมากเป็นสิ่งที่บ่งบอกให้ทราบว่าสื่อคอมพิวเตอร์สามารถที่จะนำมาสร้างหรือผลิตสื่อการเรียนการสอนได้ โดยที่สามารถเรียกร้องความสนใจจากนักเรียนได้อย่างไม่ยากกับความหลากหลายสื่อคอมพิวเตอร์

สื่อการเรียนรู้ที่ผลิตด้วยคอมพิวเตอร์ หมายถึง สื่อการเรียนรู้ออนไลน์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบเพื่อใช้ในการเรียนรู้ โดยผู้ออกแบบหรือกลุ่มผู้ผลิตโปรแกรมได้บูรณาการเอาข้อมูลรูปแบบต่างๆ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีทัศน์ และข้อความเข้าไปเป็นองค์ประกอบเพื่อการสื่อสารและการให้ประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั่นเอง (บุปผาชาติ ทัพทิกธน์และคณะ. 2544 : 32) โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการผลิตสื่อสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ โปรแกรม GSP

3.7.2 การผลิตสื่อการเรียนรู้ด้วยโปรแกรม GSP

โปรแกรม GSP เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ใหม่ล่าสุดในวงการคณิตศาสตร์ศึกษาของคนไทยในขณะนี้กว่า 60 ประเทศทั่วโลกใช้โปรแกรมห่วงเดียวกันมานานแล้ว โดยมีการแปลโปรแกรมเป็นภาษาต่างๆ มากมาย ซึ่งโปรแกรม GSP ได้รับการแปลเป็นภาษาไทยเป็นชาติที่ 16

โปรแกรม GSP เป็นโปรแกรมที่น่าสนใจ ครูสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะสามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว (animation) มาใช้อธิบายเนื้อหาหายาก ๆ ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น เช่น ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ (เรขาคณิต, พีชคณิต, แคลคูลัส) ฟิสิกส์ (กลศาสตร์ แสง กลิ่น)

ให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว และโปรแกรมยังเน้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตัวเองได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดีไม่มีข้อจำกัด เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปะ การออกแบบและเทคโนโลยี

โปรแกรม GSP เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการสร้างสรรค์การสำรวจ และการวิเคราะห์เนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนั้น โปรแกรม GSP ยังเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ หรือความคิดรวบยอดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง เนื่องจากเวลาใช้โปรแกรม GSP ผู้ใช้สามารถสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์ (mathematics model) ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวเชิงเรขาคณิต และผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับโปรแกรมได้ โปรแกรม GSP สามารถนำมาใช้ในการสำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ จำนวนและการดำเนินการ กราฟของสมการชนิดต่างๆ ตลอดจนการแสดงการเคลื่อนไหวของรูปเรขาคณิตเพื่อการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนให้สามารถเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

ถ้าผู้ใช้นักเรียน โปรแกรม GSP จะช่วยทำให้ผู้เรียนสำรวจเนื้อหาและพัฒนาความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาสาระต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายสาระ เช่น เรขาคณิต พีชคณิต ตรรกศาสตร์ แคลคูลัส และเนื้อหาอื่นๆ สำหรับท่านที่เป็นครูผู้สอนโปรแกรม GSP เป็นสื่อที่ช่วยสร้างบรรยากาศของการเรียนที่ส่งเสริมให้มีการนำเสนอความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีการซักถามและได้ตอบ และช่วยทำให้นักเรียนตั้งข้อความคาดเดาเหตุการณ์และหาข้อสรุปในเวลาเรียนในห้องปฏิบัติการ หรือในช่วงเวลาที่มีการนำเสนอหน้าห้องเรียนได้

สำหรับผู้ใช้นักวิจัยทางคณิตศาสตร์หรือที่ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพโปรแกรมหนึ่ง สามารถนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายวิชา เช่น วิชาเรขาคณิต พีชคณิต ตรรกศาสตร์ และแคลคูลัส

โปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียน มีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivist approach) และเป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (learner-centered learning) โปรแกรม GSP เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการนิยาม (visualization) ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา (problem solving skills) นอกจากนี้ การใช้โปรแกรม GSP ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาพหุปัญญาอันได้แก่ ปัญญาทางภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านศิลปะ ด้วยเหตุผล

ดังกล่าว โปรแกรม GSP จึงได้รับรางวัลยอดเยี่ยมหลายรางวัล อาทิเช่น Best Educational Software of All Time 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 นอกจากนี้ได้มีการแปลซอฟต์แวร์โปรแกรม GSP เป็นภาษาต่าง ๆ ถึง 14 ภาษา ได้แก่ ฝรั่งเศส สเปน เดนมาร์ก เกาหลี ญี่ปุ่น รัสเซีย นอร์เวย์ ฟินแลนด์ อาหรับ เซเชลล์ โปรตุเกส เยอรมัน จีน และอังกฤษ

นารี วงศ์โรจน์กุล (สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2550, จาก <http://www.blogth.com/blog/Science/Science/3081.html>.) กล่าวว่า GSP พัฒนาขึ้นโดยบริษัท ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1991 และพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง version 4.06 โรงเรียนต่างๆ ในสหรัฐอเมริกาใช้โปรแกรมนี้สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมากที่สุด และในหลายประเทศทั่วโลก ได้ใช้โปรแกรมนี้อย่างแพร่หลาย ในส่วนของประเทศไทยนั้นได้ลงนามในพิธีรองลิขสิทธิ์การใช้ซอฟต์แวร์ GSP version 4.06 เมื่อไม่นานมานี้เอง

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม GSP ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า โปรแกรม GSP หมายถึง สื่อเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ครูสามารถนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน นำมาใช้สร้างสื่อการสอนและใบงาน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย

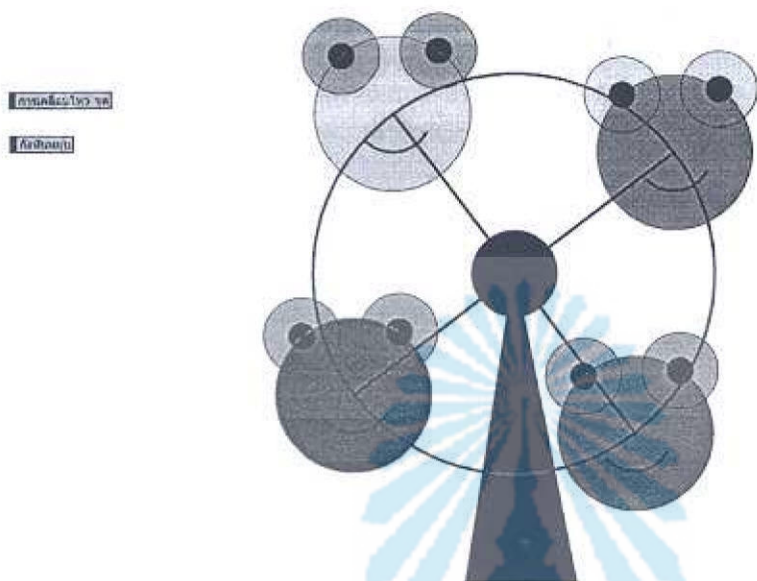
ความสามารถของโปรแกรม GSP

อำนาจ เชื้อบ่อคา. 2547 : 14 – 16 อ้างอิงจาก Key Curriculum Press . 2001 :

1 – 101 ได้กล่าวถึงความสามารถของโปรแกรม GSP

1. ด้านศิลปะ และการเคลื่อนไหว (art / animation)

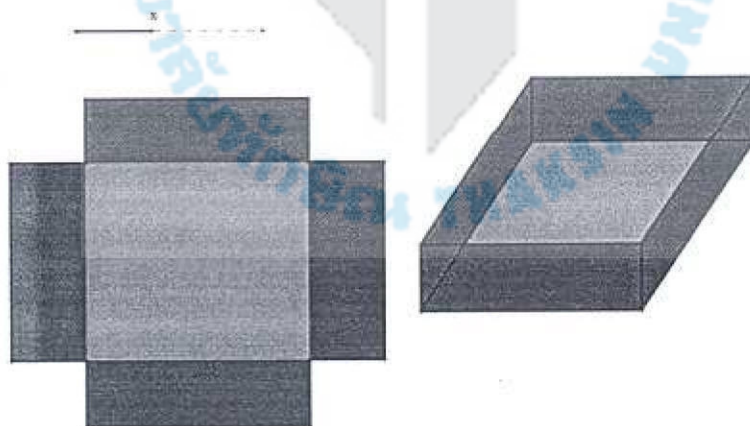
โปรแกรม GSP สามารถที่จะนำเครื่องมือมาสร้างรูปต่างๆ และสามารถใช้คำสั่งเพื่อจะทำให้รูปดังกล่าวเคลื่อนไหวได้ตามที่ต้องการ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การใช้โปรแกรมแสดงผลงานทางศิลปะ

2. วิชาแคลคูลัส (calculus)

ในวิชาแคลคูลัส เราสามารถใช้โปรแกรม GSP คำนวณหาปริมาตรของกล่องซึ่งเกิดจากการตัดมุมทั้งสี่ของกระดาษ ซึ่งเราจะเห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรของกล่องดังกล่าวเมื่อมีการเคลื่อนไหว และนอกจากนี้ยังสามารถใช้โปรแกรม ดังกล่าวสร้างกราฟจากสมการต่าง ๆ ได้ เช่น $y = ax^2 + bx + c$ หรือสมการในรูปอื่น ๆ ที่ต้องการได้ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ส่วนประกอบของกล่อง และการประกอบเป็นกล่อง

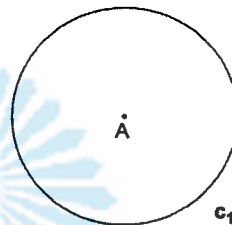
3. วงกลม (circles)

ในโปรแกรม GSP สามารถที่จะใช้เครื่องมือ สร้างวงกลมที่ต้องการและสามารถที่จะวัดหาความยาวของรัศมี เส้นรอบวง และคำนวณหาพื้นที่ได้ ดังภาพที่ 11

A.

B — C
 $m\overline{BC} = 2.57$ ซม.

ข้อมูลภาพที่ 11



เส้นรอบวง $c_1 = 16.13$ ซม.

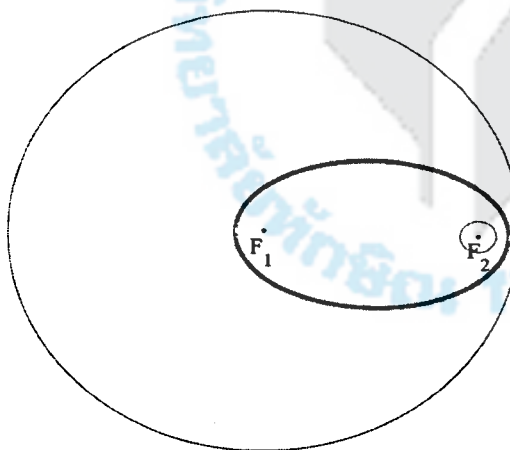
ภาพที่ 11 การสร้างรูปวงกลมและการหาความยาวของส่วนต่างๆ

4. ภาคตัดกรวย (conic section)

ในภาคตัดกรวยโปรแกรม GSP สามารถที่จะสร้างวงกลม (circles) วงรี (ellipse) พาราโบลา (parabola) และไฮเพอร์โบลา (hyperbola) โดยการเคลื่อนไหวที่จะทำให้เห็นร่องรอย (trace) ของกราฟ ซึ่งจะให้เห็นรูปต่างๆ ได้ตามความต้องการ ดังภาพที่ 12

ข้อมูลภาพที่ 12

A — M



ภาพที่ 12 การสร้างวงรีโดยอาศัยการสร้างรอยของรูปวงกลม 2 วง

5. การเขียนกราฟและการหาจุดโคออร์ดิเนตในเรขาคณิต (graphing/coordinate geometry) ในการเขียนกราฟจากรูปสมการต่าง ๆ เช่น

$$y = a(x - h)^2 + k$$

$$y = a(x - b)(x - c)(x - d)$$

6. เส้นตรงและมุม (line and angles)

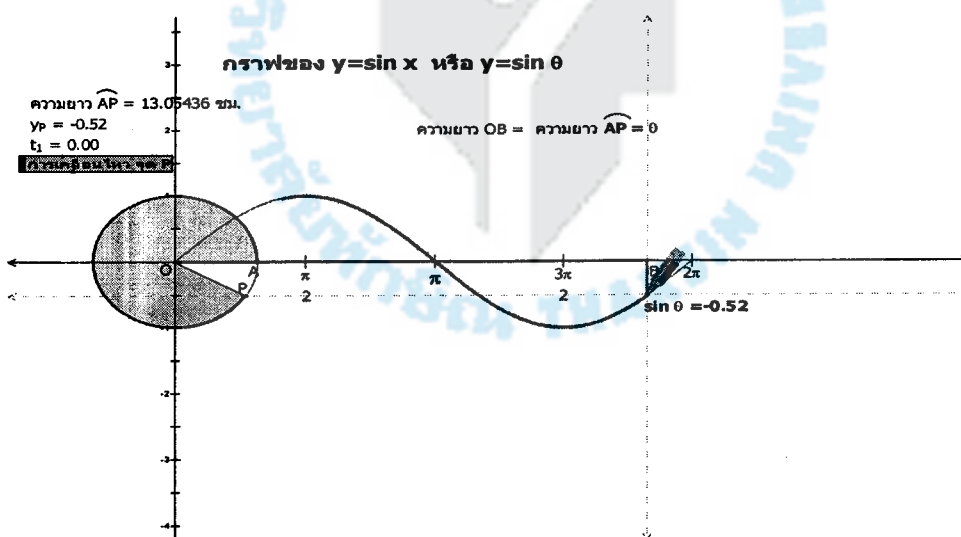
ในการสร้างเส้นตรงและมุมโดยใช้โปรแกรม GSP สามารถทำได้โดยง่าย ซึ่งเมื่อได้ทำการสร้างเส้นตรงและมุมเสร็จแล้วสามารถที่จะวัดขนาดส่วนของเส้นตรงและมุมได้ ด้วยความสามารถและสมบัติดังกล่าวทำให้สรุปเนื้อหาและทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องเส้นตรงและมุมได้

1. รูปสามเหลี่ยม (triangles)

เมื่อสร้างรูปสามเหลี่ยมโดยใช้โปรแกรม GSP สามารถที่จะใช้คำสั่งในโปรแกรมเพื่อคำนวณหาความยาวของด้านแต่ละด้าน มุมแต่ละมุม และคำนวณหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมย่อมไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นเมื่อโยกจุดยอดของสามเหลี่ยมไปอยู่ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ โดยที่ความสูงเท่าเดิมพื้นที่ของสามเหลี่ยมย่อมคงที่เสมอ

2. ตรีโกณมิติ (trigonometry)

ในการหาฟังก์ชันตรีโกณมิติโดยใช้โปรแกรม GSP กระทำได้โดยสร้างวงกลมหนึ่งหน่วย (unit circle) เมื่อกำหนดมุม A ก็สามารหาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม A ได้ตามต้องการ ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 การหาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติ

ประโยชน์ของโปรแกรม GSP

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548 : 2 – 4) กล่าวว่า โปรแกรม GSP เป็นโปรแกรมอเนกประสงค์ ขอบเขตของการใช้ขึ้นอยู่กับจินตนาการของผู้ใช้ ตัวอย่างที่สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรม GSP

1. การสำรวจและการสอนทฤษฎีบททางเรขาคณิต

ในหนังสือเรขาคณิตมักเต็มไปด้วยทฤษฎีบท สัจพจน์ บทแทรก บทตั้ง (lemma) และบทนิยามซึ่งมีหลากหลายซึ่งยากแก่การเข้าใจ หรือแม้จะเข้าใจก็ไม่ลึกซึ้ง วิธีที่จะให้เข้าใจทฤษฎีบทที่ยาก ๆ หรือวิธีการสอนเรื่องยากในชั้นเรียน คือการใช้โปรแกรม GSP สร้างแบบจำลองต่าง ๆ

2. การนำเสนอในชั้นเรียน

แบบร่างที่นำเสนอในเอกสารของโปรแกรม GSP ที่ได้ออกแบบไว้สำหรับการนำเสนอไปยังกลุ่มบุคคลต่าง ๆ เช่น นักเรียน เพื่อนร่วมชั้นเรียน หรือครู โดยปกติแบบร่างที่นำเสนอจะมีภาพกราฟิกที่สวยงาม เคลื่อนไหวได้ มีปุ่มแสดงการทำงานต่าง ๆ และมีเนื้อหาได้หลายหน้า ครูสามารถใช้โปรแกรม GSP ให้เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถสอนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ได้ทุกวัน แต่ก็สามารถนำมาสาธิตในห้องเรียนที่มีคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวพร้อมเครื่องฉาย LCD ได้ นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถนำงานที่สร้างในแบบร่างมาเสนอในชั้นเรียน หรือ ทำรายงานตลอดจนทำแฟ้มผลงานต่าง ๆ ได้

3. การศึกษารูปต่าง ๆ จากหนังสือ

เมื่อเราชำนาญในการใช้ โปรแกรม GSP แล้ว จะพบว่าในการสร้างรูปต่าง ๆ บนจอคอมพิวเตอร์ จะใช้เวลาน้อยกว่าการสร้างเครื่องมือ นอกจากนั้นในการสร้างรูปด้วยโปรแกรม GSP ยังได้เปรียบตรงที่สามารถทำให้รูปเคลื่อนไหวได้ และสำรวจการเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นควรพิจารณาในการสร้างและศึกษารูปในหนังสือ

4. ใช้โปรแกรม GSP ในรายวิชาต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์

โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือที่จำเป็นอย่างยิ่งรายวิชาต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นนักเรียนหรือครู เช่นพีชคณิต สามารถใช้ สำรวจความชันและสมการเส้นตรง สำรวจสมบัติพาราโบลา และหัวข้ออื่น ๆ ที่สำคัญอีกหลายหัวข้อ ในวิชา พีชคณิตและแคลคูลัส ทั้งนักเรียนและครูสามารถสำรวจการเคลื่อนไหวได้ ด้วยการใส่คำสั่งต่าง ๆ จากเมนูกราฟ ใช้กับวิชาตรีโกณมิติ ในวิชาแคลคูลัส ใช้สำรวจอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ด้วยการสร้างเส้น

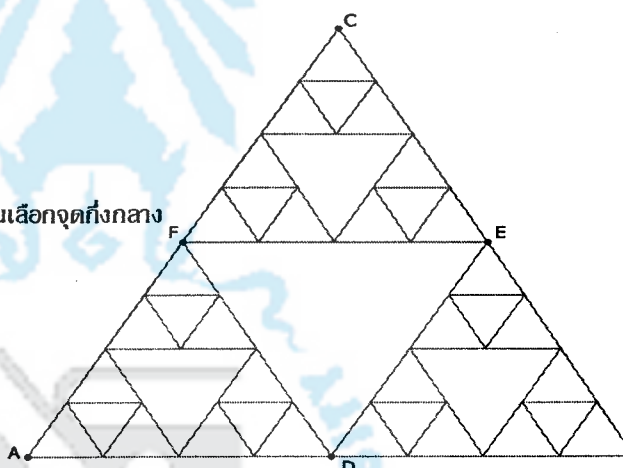
สัณณคเส้นค้ก และใช้คำสั่งอนุพันธ์ หรือ สํารวจปริพันธ์โดยการสร้างพื้นที่ที่ปิดล้อมด้วยเส้นค้ก นอกจากนี้ Sketchpad ยังสามารถใช้ประโยชน์ในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับวิทยาลัย อีกด้วย

5. การสร้างแฟร็กทัล (fractal)

แฟร็กทัลเป็นรูปเรขาคณิตที่สวขงมสะคุดตาซึ่งพบเห็นได้โดยธรรมชาติ และเป็นรากฐานที่สำคัญของโปรแกรมคอมพิวเตอร์กราฟิกหลาย ๆ โปรแกรมแฟร็กทัลเป็นรูปเรขาคณิตที่คล้ายกับตัวเอง มันจะดูเหมือนกันไม่ว่าจะขยายในมุมมองใด ๆ การสร้างแฟร็กทัลเริ่มจากการสร้างรูปง่าย ๆ แล้วทำซ้ำรูปเดิมแต่ให้มีขนาดเล็กลง การใช้คำสั่งทำซ้ำของ Sketchpad ช่วยให้สามารถสร้างแฟร็กทัลนี้ หรือ การสร้างแบบอื่นๆ ที่ใช้กระบวนการทำซ้ำได้ ดังภาพที่ 14

ลำดับ 1,3,9,27,... 3^{n-1}

สร้างรูปสามเหลี่ยมแล้วเลือกด้านแต่ละด้านเลือกจุดกึ่งกลาง
เลือกมุม a b c เลือกทำซ้ำในเมนูการแปลง



ภาพที่ 14 การสร้างแฟร็กทัล (Fractal) การทำซ้ำ

6. การวาดภาพที่ได้สัดส่วนเหมือนจริงและรูปศิลปะทางเรขาคณิตแบบต่างๆ

หากต้องการทำบัตรอวยพร หรือต้องการออกแบบพื้นหลังบน webpage ให้ได้ภาพที่สวยงามไม่ซ้ำแบบใคร สามารถใช้เครื่องมือในเมนูการแปลงโปรแกรม GSP ร่วมกับเครื่องมือจากเมนูแสดงผล ก็จะช่วยให้เราได้ภาพที่งดงาม ตื่นตาตื่นใจ

นวนลนคา สวงนวนษ์ทอง (สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2550, จาก

<http://www.ipst.ac.th/article/math/bar.html>) กล่าวว่า โปรแกรม GSP สามารถใช้เป็นสื่อภาพ

ในการนำเสนอแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

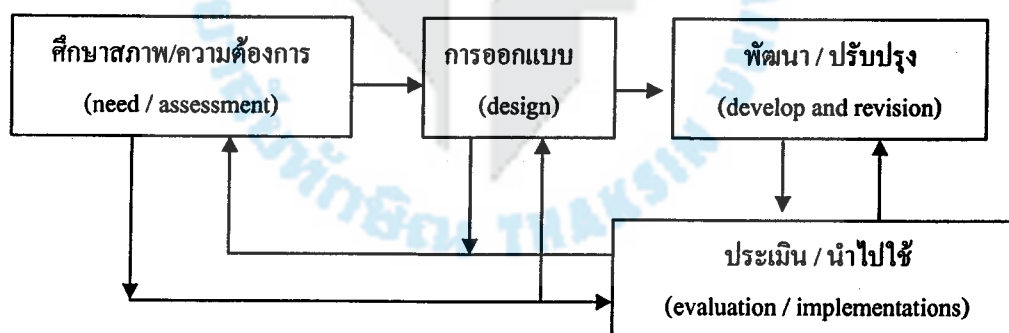
นารี วงศ์สิโรจน์กุล (สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2550, จาก <http://www.blogth.com/blog/Science/Science/3081.html>) กล่าวว่า เราสามารถใช้ โปรแกรม GSP สร้างรูปเรขาคณิตจำนวนมากเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีต่างๆ ทั้งยังทบทวนได้ง่ายและบ่อยขึ้น การสอนด้วยโปรแกรม GSP จะทำให้นักเรียนได้สนุก เข้าใจได้เร็ว น่าตื่นเต้น นอกจากนี้การใช้โปรแกรม GSP สร้างสื่อการสอนและใบงาน ยังทำได้รวดเร็ว สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว มาใช้อธิบายเนื้อหาที่ยากๆ เช่นทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ ให้เป็นรูปธรรม และยังเน้นให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง

จากความสามารถของโปรแกรม GSP ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า โปรแกรม GSP มีความสามารถในการสร้างรูปเรขาคณิต รูปกราฟต่างๆ สามารถเลื่อน หมุน ยืด หด พลิกได้ สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหวมาใช้เชื่อมโยงการอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การพิสูจน์ การสำรวจ ตั้งข้อคาดเดา สืบเสาะหาเหตุผล และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3.8 ขั้นตอนและวิธีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้

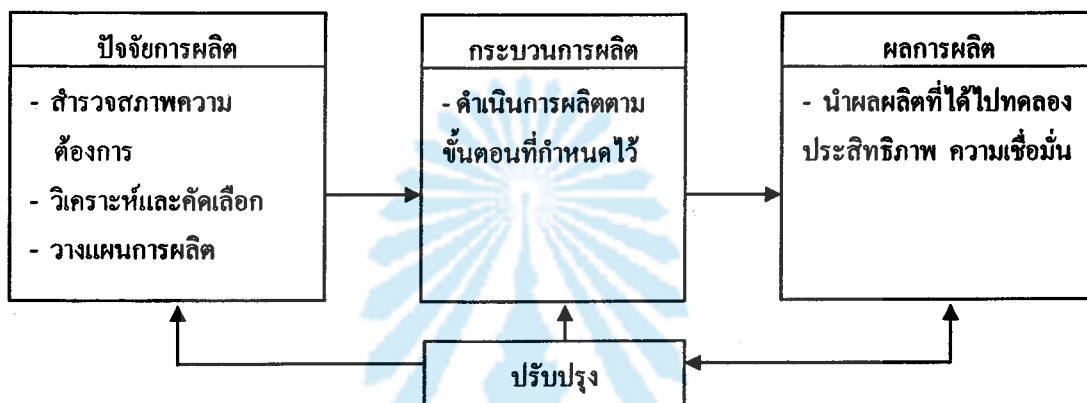
จากการศึกษารูปแบบการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษานำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ซึ่งจัดเป็นผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา (education product) โดยผู้วิจัยได้อาศัยรูปแบบของการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาตรวจสอบคุณภาพของสื่อ ซึ่งจะได้อารมณ์ที่เหมาะสมในการพัฒนาสื่อ โดยการศึกษาขั้นตอนในการพัฒนาสื่อจากนักการศึกษาและสมาพันธ์ทางการศึกษาดังต่อไปนี้

แฮนนอฟินและแพค (Hannafin and Pack. 1988 : 36) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการพัฒนาสื่อ ประกอบด้วยขั้นตอนใหญ่ๆ 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 15



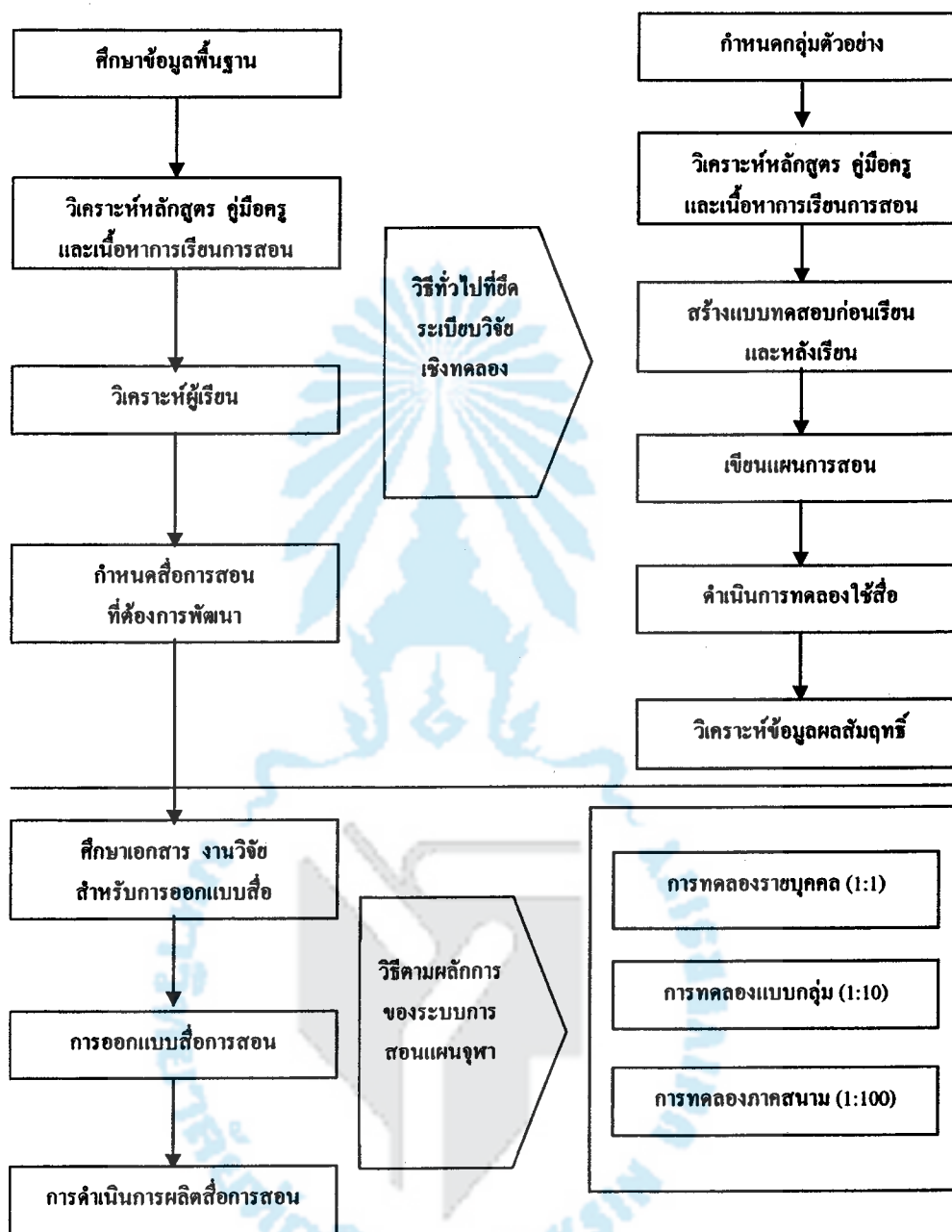
ภาพที่ 15 รูปแบบการพัฒนาสื่อการสอนของ แฮนนอฟินและแพค

สอดคล้องกับ ระบบการผลิตสื่อการสอนของหน่วยศึกษานิเทศน์ สำนักงาน
คณะกรรมการการศึกษาเอกชน. (2532 : 150) ได้เสนอองค์ประกอบ ขั้นตอนและความสัมพันธ์
ขององค์ประกอบไว้ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 แบบจำลองระบบการผลิตสื่อของหน่วยศึกษานิเทศน์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ โดยการ
ประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงพัฒนาและหลักการระบบการสอนแผนจุฬา สามารถเขียนเป็น
แผนภูมิได้ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ขั้นตอนและวิธีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นตอนและวิธีการออกแบบสื่อการเรียนรู้ ดำเนินตามขั้นตอนและวิธีการต่อไปนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดสื่อการเรียนรู้ที่ต้องการสร้างใหม่หรือที่ต้องการทำให้ดีขึ้นซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.1.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพ ปัญหาและความต้องการที่เกี่ยวข้องกับการสอน โดยวิธีการสำรวจสภาพและปัญหาที่ปรากฏและสอบถามผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้สอนหรือผู้เรียนรวมทั้งอาจใช้วิธีการสังเกตการณ์ใช้สื่อการสอนของผู้สอนในสถานการณ์จริง

1.1.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ความต้องการทรัพยากรที่เกิดขึ้นในสภาพการณ์เดียวกันและสังเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1.2 วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตร คู่มือครูและเนื้อหาการเรียนการสอน เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอน

1.3 วิเคราะห์ผู้เรียนโดยศึกษาลักษณะที่จำเป็น เช่น ความรู้หรือทักษะที่มีประสบการณ์เดิม ความสนใจเกี่ยวกับเนื้อหาการเรียนการสอน ความต้องการ แบบการรับรู้หรือลีลาการเรียน เป็นต้น วิธีการให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน อาจใช้วิธีการสอบถาม สัมภาษณ์ สังเกตพฤติกรรมหรือทดสอบ

1.4 กำหนดสื่อการเรียนรู้ที่ต้องการพัฒนาโดยคัดเลือกสื่อที่เหมาะสมที่สุดในการพิจารณาตัดสินใจอาจตั้งเกณฑ์การคัดเลือก เช่น ความเหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนการสอน การรับรู้ของผู้เรียนความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ความสะดวกในการใช้ ราคาถูกหาซื้อได้ง่ายหรือผลิตเองได้ เป็นต้น

1.5 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับออกแบบสื่อการเรียนรู้ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.5.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสื่อการสอนที่จะพัฒนา เช่น ถ้ามุ่งพัฒนาคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ต้องศึกษา เช่น รูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น

1.5.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ผลการวิจัยเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ ผู้เรียน การรับรู้และการเรียนรู้

1.6 การออกแบบสื่อการเรียนรู้ ด้วยข้อมูลที่ได้จากข้อ 1.5 การออกแบบนี้อาจเป็นการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงสื่อการเรียนรู้ที่มีอยู่แล้วหรือผลิตขึ้นใหม่ทั้งหมด

1.7 ดำเนินการผลิตสื่อการเรียนรู้ โดยใช้ข้อมูลดังกล่าวข้างต้น

เมื่อผลิตสื่อการสอนเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องนำสื่อการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นมามาทดลองใช้และทดลองใช้จริงต่อไป

การทดลองใช้ หมายถึง การนำสื่อการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นต้นแบบ ไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

การทดลองใช้จริง หมายถึง การนำสื่อการเรียนรู้ที่ได้ทดลองใช้และปรับปรุงแล้ว ไปสอนในชั้นเรียนปกติ

2. ขั้นตอนและวิธีการทดลองการใช้สื่อการเรียนรู้ เป็นการนำสื่อการสอนไปทดลองใช้ ทำได้ 2 วิธี

2.1 ขั้นตอนและวิธีการทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ที่ยึดระเบียบวิธีวิจัย มีรายละเอียดของขั้นตอนและวิธีการดังนี้

2.1.1 กำหนดผู้เรียนหรือกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลอง

2.1.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน

2.1.3 เขียนแผนการสอนที่จะใช้กับการเรียนการสอนด้วยสื่อการสอน

2.1.4 ดำเนินการทดลองการใช้สื่อการเรียนรู้

2.1.5 วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทุกกลุ่ม

นอกจากนี้ผู้พัฒนาอาจศึกษาข้อมูลด้านความคิดเห็นของผู้เรียน ที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยการใช้แบบสอบถาม หรือการสัมภาษณ์แล้วจึงวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละหรือคะแนนค่าเฉลี่ย

2.2 ขั้นตอนและการหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ ตามหลักการของระบบการสอน แผนสุขภาพ เมื่อผลิตสื่อการเรียนรู้แล้ว ต้องนำไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 การทดลองรายบุคคล (1 : 1) คือ การทดลองใช้กับผู้เรียน 1 คน ทดลองใช้งานเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

2.2.2 การทดลองแบบกลุ่ม (1 : 10) คือ การทดลองใช้กับผู้เรียน 6-10 คน ทดลองใช้แล้วปรับปรุง

2.2.3 การทดลองภาคสนาม (1 : 100) คือ การทดลองใช้กับผู้เรียน 30 - 40 คน คำนวณหาประสิทธิภาพ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ขั้นตอนและวิธีการพัฒนาสื่อ มี 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การสำรวจความต้องการ การออกแบบและผลิตสื่อ การทดลองนำไปใช้ และการพัฒนา/ปรับปรุง ซึ่งนอกจากจะเป็นขั้นตอนหลักของวิธีการพัฒนาสื่อแล้ว ทั้ง 4 ขั้นตอนยังเป็นขั้นตอนหลักของการวิจัยและพัฒนาอีกด้วย ผู้วิจัยสามารถที่จะนำไปใช้ได้ตามความเหมาะสม

4. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไว้ 5 มาตรฐาน ทักษะการแก้ปัญหาก็เป็นทักษะหนึ่งที่จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุทักษะดังกล่าว ซึ่งได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

4.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

บรังคา (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 26 อ้างอิงจาก Branca. 1980 : 3 – 8)

ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (problem solving as a goal) ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นเหตุผลหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นในการแก้ปัญหาจึงเป็นอิสระจากคำถามหรือปัญหาเฉพาะเจาะจงใด ๆ หรือวิธีการและเนื้อหาสาระใด ๆ

2. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นกระบวนการ (problem solving as a process) สิ่งที่สำคัญเมื่อการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ คือ วิธีการ ยุทธวิธี หรือเทคนิคเฉพาะต่างๆ ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาแบบต่างๆ กระบวนการแก้ปัญหานี้จึงเป็นสาระสำคัญ และเป็นเป้าหมายหลักของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นทักษะพื้นฐาน (problem solving as a basic skill) เมื่อการแก้ปัญหาคือเป็นทักษะพื้นฐาน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะของโจทย์ปัญหา แบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหามากๆ ที่ควรรู้จุดเน้นอยู่ที่สาระสำคัญของการแก้ปัญหามิใช่ทุกคนต้องเรียนรู้ การเลือกปัญหาและเทคนิควิธีการแก้ปัญหานั้น

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหว่า การแก้ปัญหาคือการทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบของนักเรียนต้องนำความรู้ที่มีอยู่ไปเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่เราต้องแก้หรือหาทางออกของปัญหา แต่ยังไม่รู้ว่าเป็นทางออก หรือ คำตอบของสถานการณ์ไม่ได้เนื่องจากมีอุปสรรคคบบังปัญหามันอยู่ ผู้แก้ปัญหา คือ บุคคลที่มีปัญหาและรู้เป้าหมายที่ต้องบรรลุเพื่อแก้ปัญหานั้น ๆ แต่ยังไม่รู้เครื่องมือหรือวิธีการใด ๆ อันจะนำไปสู่

เป้าหมายนั้น (พิชากร แปลงประสพโชค. 2540 : 18 อ้างอิงจาก สภาครุศาสตรแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา NTCM. 2000 : 52)

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบซึ่งบุคคลต้องใช้ความรู้ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มากำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ บุคคลผู้หาคำตอบไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์นั้นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะ ความรู้และประสบการณ์หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้สถานการณ์หรือคำถามข้อใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา บางสถานการณ์อาจเป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับอีกบุคคลอื่น ๆ ก็ได้ (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537 : 62 – 64)

สำหรับงานวิจัยนี้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถาม หรือสถานการณ์ที่ต้องการคำตอบ โดยที่ผู้ตอบไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที แต่ต้องใช้ความรู้ประสบการณ์และทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาประมวลเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดแนวทาง หรือวิธีการในการหาคำตอบนั้น ๆ

4.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งประเภทของปัญหาได้ดังนี้

4.2.1 พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท (Polyamin. 1985 : 123 – 128) คือ

4.2.1.1 ปัญหาให้ค้นหา (problem. to find) เป็นปัญหาในการค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหาข้อมูลที่กำหนดให้และเงื่อนไข

4.2.1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ (problem. to prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่า ข้อความที่กำหนดเป็นจริงหรือเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

4.2.2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท (Baroody. 1998 : 2 – 34, 2 – 36) คือ

4.2.2.1 ปัญหาธรรมดา (routine problem) หรือปัญหาอย่างง่าย หรือปัญหาขั้นเดียว (simple (one step) translation problem) เป็นปัญหาที่ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างเดียว และสามารถแก้ปัญหานั้นโดยตรง

4.2.2.2 ปัญหาซับซ้อน หรือปัญหาหลายขั้น (complex multi step translation problem) เป็นปัญหาที่จะต้องประยุกต์ใช้ในการดำเนินทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 2 การดำเนินการขึ้นไปในการแก้ปัญหา

4.2.2.3 ปัญหาที่ต้องปรับใช้สิ่งอื่นของปัญหา (other modification of translation problem) เป็นการรวบรวมปัญหาหลายขั้นและขั้นเดียวแล้วเปลี่ยนเป็นวิธีการอื่น ๆ เพื่อต้องการความคิดวิเคราะห์ได้แก่ ปัญหาที่ต้องการหาองค์ประกอบที่ผิด หรือสิ่งที่ผิดของโจทย์ ปัญหาที่ต้องการประยุกต์คำตอบ ปัญหาที่ให้ข้อมูลมาก ๆ หรือข้อมูลน้อย ๆ หรือข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ปัญหาที่สามารถแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี ปัญหาที่ต้องการหาคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ ปัญหาที่ต้องใช้ความอดทนในการแก้ปัญหา

4.2.2.4 ปัญหากระบวนการ (process problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา

4.2.2.5 ปัญหาปริศนา (puzzle problem) เป็นปัญหาที่มีเทคนิค และต้องการความลึกซึ้ง เป็นปัญหาเกี่ยวกับกลอุบาย ปัญหาประเภทนี้จะทำให้เปิดความสนุกสนานและท้าทาย

4.2.2.6 ปัญหาเฉพาะที่ไม่ระบุเป้าหมาย (nongoal - specific problem) ปัญหาประเภทนี้ มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งไม่ต้องการหาคำตอบหรือเงื่อนไขคำตอบ

4.2.2.7 ปัญหาประยุกต์ (applied problem) ขยายจากสถานการณ์ในชีวิตจริง

4.2.2.8 ปัญหายุทธวิธี (strategy problem) กำหนดจุดมุ่งหมายที่จะต้องแก้ ผู้เรียนบางคนอาจจะมุ่งไปที่คำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ แต่ปัญหาประเภทนี้จะช่วยระบุหรือเน้นยุทธวิธีที่จะช่วยให้เข้าใจปัญหาและกระบวนการในการแก้ปัญหา

4.2.3 พิจารณาตามลักษณะของปัญหา แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 3 ลักษณะ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 40 อ้างอิงจาก Bitter. 2002 : 37) คือ

4.2.3.1 ปัญหาปลายเปิด (open-ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาเหล่านี้มองว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

4.2.3.2 ปัญหาให้ค้นพบ (discovery) ปัญหาประเภทนี้จะให้คำตอบในขั้นสุดท้าย แต่มีวิธีการที่หลากหลายให้ผู้เรียนใช้ในการหาคำตอบ

4.2.3.3 ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (guided discovery) เป็นปัญหาที่เป็นลักษณะร่วมของปัญหา มีเงื่อนไขปัญหา และบอกทิศทางในการแก้ไขปัญหา ผู้เรียนไม่รู้สึกรอคอยในการหาคำตอบ

4.2.4 พิจารณาตามเป้าหมายของการฝึก แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ 6 ประเภท ดังนี้

4.2.4.1 ปัญหาที่ใช้ฝึก (drill exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธี และการคำนวณเบื้องต้น

4.2.4.2 ปัญหาข้อความอย่างง่าย (simple translation problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาลำดับขั้นตอนเดียวมุ่งให้มีความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดคำนวณ

4.2.4.3 ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (complex translation problem) คล้ายกับปัญหาข้อความอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 การดำเนินการ

4.2.4.4 ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (process problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเป็น การพัฒนายุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

4.2.4.5 ปัญหาการประยุกต์ (applied problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวมและการแทนข้อมูล การตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการ มโนคติ ข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ชีวิตจริง

4.2.4.6 ปัญหาปริศนา (puzzle problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ บางครั้งต้องใช้วิธีที่ไม่ธรรมดา หรือต้องใช้ความรู้ที่ลึกซึ้ง ปัญหาประเภทนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ และมีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง จากข้างต้นสามารถสรุปปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา ผู้แก้ปัญหาคุ้นเคยกับโครงสร้างของปัญหามาก่อน มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียวในการแก้ปัญหา ได้แก่ ปัญหาในหนังสือเรียน

2. ปัญหาไม่ธรรมดา มีโครงสร้างที่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นกับปัญหาที่จะแก้ ต้องใช้ความคิดวิเคราะห์ รวบรวม ประยุกต์ความรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์หลายอย่าง พร้อมทั้งการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามาช่วยในการแก้ปัญหานั้น

สำหรับปัญหงานวิจัย เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นปัญหา ประเภทที่ 2 นั่นคือ ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหา ที่ต้องใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหามาช่วยแก้ปัญหานั้น ๆ

4.3 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (mathematical problem solving process)

การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหากับผู้แก้ปัญหา ในการนำประสบการณ์ ความรู้ ความเข้าใจ และความคิดมาประยุกต์หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคหรือปัญหาที่เผชิญอยู่ เพื่อหาคำตอบของปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย มาก่อน (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537 : 62 – 74)

กระบวนการแก้ปัญหา (problem – solving process) กระบวนการแก้ปัญหามีบทบาทสำคัญในการที่จะพัฒนาคณิตศาสตร์ คำตอบของปัญหาจะช่วยให้ค้นพบวิธีใหม่ ๆ และยังสามารถประยุกต์วิธีการไปใช้กับปัญหาอื่น ๆ ได้ มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงกระบวนการในการแก้ปัญหามาแล้ว ได้แก่ โพลยาบิน (Polyamin. 1995 : 16 – 17) ได้เสนอขั้นตอนของการแก้ปัญหามาไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem) พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูล อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือเงื่อนไขของปัญหา ปัญหาต้องการให้หาอะไร คำตอบของปัญหาอยู่ในรูปแบบใดแล้วยังต้องพิจารณาถึงเงื่อนไขที่ให้เพียงพอจะแก้ปัญหหรือไม่ มากเกินความจำเป็นหรือขัดแย้งกันหรือไม่

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา (devising a plan) เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาคด้วยวิธีใด แก้อย่างไร ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ต่างๆ ที่มีในปัญหาค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่เราไม่รู้ ถ้าหาความเชื่อมโยงไม่ได้ ก็อาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหาคนี้ เคยเห็นปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ หรือมีลักษณะคล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่ รู้ว่าปัญหาคสัมพันธ์กับอะไรหรือไม่ และรู้ทฤษฎีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาคนั้นหรือไม่ พิจารณาส่ิงที่ไม่รู้ในปัญหาค และพยายามคิดถึงปัญหาคที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน หรือคล้ายกัน โดยพิจารณาว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาคที่คุ้นเคยมาใช้กับปัญหาคที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่ ควรอ่านปัญหาคอีกครั้ง และวิเคราะห์ดูว่าแตกต่างจากปัญหาคที่เคยพบหรือไม่

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (carrying out the plan) เป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน ตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่ เพิ่มเติมรายละเอียดที่จำเป็นเพื่อความชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งพบคำตอบหรือพบวิธีการแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล (looking back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมาเพื่อดูความถูกต้องของคำตอบและวิธีการในการแก้ปัญหา พิจารณายังมีคำตอบอื่น หรือวิธีการแก้ปัญหาวีธีอื่น ๆ อีกหรือไม่ แล้วตรวจสอบว่าผลลัพธ์ตรงกันหรือไม่ ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาให้กะทัดรัด ชัดเจน และเหมาะสม ตลอดจนขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาให้กว้างขวางขึ้น นอกจากนี้ ยังอาจปรับเปลี่ยนบางเงื่อนไข เพื่อหาข้อสรุปและสรุปผลการแก้ปัญหาในรูปทั่วไป

เทราท์แมน และลิชเทนเบิร์ก (Troutman and Lichtenberg. 1982 : 4 – 7)

ได้เสนอขั้นตอนของการแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหามustทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏในปัญหาแล้วยังต้องมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆในปัญหานั้น สิ่งสำคัญ คือการตั้งคำถามถามตัวเองเพื่อให้เข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง

ขั้นที่ 2 กำหนดแผนในการปัญหา กำหนดอย่างน้อยที่สุดหนึ่งแผน การกำหนดแผนไว้หลายๆ แผนจะได้เป็นประโยชน์ต่อการเปรียบเทียบและเลือกใช้แผนที่ดีที่สุดอันส่งผลต่อการกำหนดยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหอย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 3 ดำเนินงานตามแผน เป็นขั้นลงมือทำตามแผนที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 4 ประเมินแผน และคำตอบในขั้นนี้จะมีการพิจารณาถึงความเป็นไปได้หรือความสมเหตุสมผลของคำตอบ ความสอดคล้องกับเงื่อนไขในปัญหา เปรียบเทียบจากผลจากการลองแก้ปัญหาใหม่ด้วยวิธีการอื่น เปรียบเทียบผลของตนเองกับผลของเพื่อนๆ

ขั้นที่ 5 ขยายปัญหา ผู้แก้ปัญหามustค้นหารูปแบบทั่วไปของคำตอบของปัญหาการที่จะขยายปัญหาได้นั้นผู้แก้ปัญหามustเข้าใจโครงสร้างของปัญหาอย่างชัดเจน การขยายปัญหาจะช่วยสร้างทักษะในการแก้ปัญหา การขยายปัญหาทำได้โดยเขียนปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิมเสนอปัญหาใหม่ เพื่อผู้แก้ปัญหามustค้นหารูปแบบทั่วไปหรือกฎในการหาคำตอบ

ขั้นที่ 6 บันทึกการแก้ปัญหา นักแก้ปัญหามustจดบันทึกการแก้ปัญหของตนไว้เพื่อที่จะได้รู้พื้นหรือทบทวน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาลำดับต่อไปสิ่งที่ควรจดบันทึกได้แก่ แหล่งของปัญหา ตัวปัญหาที่กำหนด แนวคิดในการแก้ปัญหา หรือแบบแผนการคิดอย่างคร่าวๆ ยุทธวิธีที่ใช้ หรือสามารถนำมาใช้ได้ ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการขยายผลการแก้ปัญหา

เบลล์ (สมวงษ์ แปลงประสพโชค และสมเดช บุญประจักษ์. 2545 : 15 อ้างอิงจาก Bcll. 1978 : 312) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาเป็นขั้นๆไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. นำเสนอปัญหาในรูปทั่วไป
2. เสนอปัญหาในรูปที่สามารถดำเนินการได้
3. ตั้งสมมุติฐาน และเลือกวิธีดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา
4. ตรวจสอบสมมุติฐาน และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบหรือชุดคำตอบที่เป็นไปได้
5. วิเคราะห์และประเมินคำตอบ รวมไปถึงวิธีซึ่งนำไปสู่การค้นพบยุทธวิธีในการแก้ปัญหา อ่านปัญหา พิจารณาปัญหา แก้ปัญหา ตรวจสอบคำตอบ อ่านปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบผล หรือกระบวนการแก้ปัญหา โดยทั่วไปว่า มักนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นขั้นๆ ในลักษณะที่เป็นกรอบการแก้ปัญหาที่เป็นแนวทาง (สมเดช บุญประจักษ์. 2544 : 16)

รูปแบบดังกล่าวเป็นเสมือนชุดขั้นตอนการแก้ปัญหาซึ่งต้องดำเนินการตามขั้นตอนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง การดำเนินการในลักษณะแนวทางเช่นนี้ ทำให้เกิดการสับสนในการแก้ปัญหามาจากการช่วยเหลือตนเอง ขาดการวางระบบความคิดและการวัดผลตนเอง (self - assessment) ซึ่งรูปแบบเช่นนี้ วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาคาเวย์ มองว่ามีข้อบกพร่องดังนี้

1. ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการในแนวทางเสมอ
 2. การแก้ปัญหาเป็นดังเช่นชุดของขั้นตอน
 3. ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ต้องจำ ต้องฝึกและต้องทำซ้ำ ๆ
- เป็นการเน้นการได้มาเพียงคำตอบ จากข้อบกพร่องข้างต้น วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาคาเวย์ (สมวงษ์ แปลงประสพโชค และสมเดช บุญประจักษ์. 2545 : 17 อ้างอิงจาก Wilson. Femandez. And Hadaway. 1993 : 60 – 62) ได้ปรับปรุงแก้ไขกระบวนการแก้ปัญหามาตามขั้นตอนของโพลยา โดยเสนอเป็นกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัต (dynamic) และเป็นวงจรของขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต (สมวงษ์ แปลงประสพโชค และสมเดช บุญประจักษ์. 2545 : 17) แสดงการตัดสินใจที่เป็นการทำงานจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง หรืออาจเป็นการพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนเดิม หากมีปัญหาคือข้อสงสัย จะเห็นว่ากระบวนการไม่จำเป็นต้องเป็นแนวทางดังรูปแบบเดิม เช่น เมื่อผู้เรียนทำการแก้ปัญหาในขั้นตอนแรก คือ ทำความเข้าใจปัญหาแล้วเคลื่อนไปสู่ขั้นการวางแผน ระหว่างนั้นผู้เรียนอาจค้นพบสิ่ง

ที่ทำให้เข้าใจปัญหาได้ดียิ่งขึ้น หรือขณะที่ผู้เรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ แต่ไม่สามารถดำเนินการได้ ผู้เรียนอาจจะกลับไปเริ่มวางแผนใหม่หรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวเป็นการดำเนินการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป นิวมาร์ค (Newmark. 1975 : 7) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยยึดตามแนวของโพลยา แต่จะรวมขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 ไว้ด้วยกัน ขั้นตอนการแก้ปัญหาของนิวมาร์คจึงมี 3 ขั้นคือ ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบคำตอบ สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยยึดกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยาตลอดจนกระบวนการแก้ปัญหาในขั้นต่าง ๆ ไม่ใช่เพียงผลลัพธ์ที่เป็นคำตอบสุดท้ายเท่านั้น

4.4 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (problem solving strategies)

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหา นักแก้ปัญหาที่ดีจะมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่พร้อมจะเลือกออกมาใช้ได้ทันทีทันใดที่เผชิญปัญหา ยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหามีหลากหลาย นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

4.4.1 ยุทธวิธีหารูปแบบ (look for a pattern) ยุทธวิธีนี้จะพิจารณารูปแบบของส่วนแรกในลำดับของจำนวนหรือข้อมูลที่ให้มาก่อนแล้วจึงค้นหาต่อไปอีก

4.4.2 ยุทธวิธีพิจารณาง่ายกว่า (examine a simplex case) ในสถานการณ์ที่ซับซ้อนบางปัญหาอาจเริ่มจากการพิจารณากรณีง่าย ๆ ของปัญหานั้นก่อนและค่อยสร้างไปยังปัญหาเดิม

4.4.3 ยุทธวิธีวิเคราะห์ให้ได้ปัญหาย่อย (identify a subgoal) ในการวางแผนแก้ปัญหบางปัญหา คำตอบของปัญหาที่ง่ายกว่าหรือคำตอบของปัญหาที่คล้ายกันมาก ๆ หรือที่เคยพบมาแล้วอาจกลายเป็นเป้าหมายย่อย ๆ ของเป้าหมายพื้นฐานในการแก้ปัญหานั้นได้

4.4.4 ยุทธวิธีพิจารณาปัญหาที่เกี่ยวข้อง (examine a related problem) เป็นการค้นหาปัญหาที่คล้ายกันซึ่งเคยแก้มาก่อนช่วยในการแก้ปัญหาใหม่ที่เจอ

4.4.5 ยุทธวิธีทำย้อนกลับ (work backward) ปัญหาบางปัญหาอาจง่ายขึ้นถ้าเริ่มต้นพิจารณาจากคำตอบหรือผลขั้นสุดท้าย และทำย้อนกลับ

4.4.6 ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ (guess and check) ในขั้นแรกจะเดาคำตอบและให้เหตุผลดูความเป็นไปได้ แล้วตรวจสอบคำตอบ ถ้าการเดาครั้งนั้นไม่ถูก ขั้นต่อไปคือการเรียนรู้เกี่ยวกับความเป็นไปได้ของคำตอบให้มากขึ้นแล้วเดาต่อไป

4.4.7 ประมาณและตรวจสอบ (estimation and check) เป็นยุทธวิธีในการหาคำตอบที่ใกล้เคียง เพื่อตัดสินใจว่าแนวทางแก้ปัญหาจะเป็นวิธีใด ซึ่งคำตอบที่ประมาณขึ้นมาจะต้องตรวจสอบเพื่อให้ได้เป็นคำตอบที่แท้จริง การประมาณคำตอบควรทำเป็นประจำจนทำให้เป็นพื้นฐานในชั้นเรียน

4.4.8 ตรวจสอบว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ (insufficient information) บางครั้งข้อมูลที่ให้มาไม่เพียงพอมีบางส่วนขาดหายไป

4.4.9 พัฒนาสูตรและการเขียนสมการ (developing formula and writing equation) สูตรที่สร้างขึ้นจะใช้ประโยชน์โดยการแทนจำนวนลงในสูตรเพื่อหาคำตอบ

4.4.10 การสร้างแบบจำลอง (modeling) แบบจำลองของปัญหาจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจโมเดลในการดำเนินการที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา

4.4.11 การลงมือแก้ปัญหา (acting out the problem) เป็นการลงมือแก้ปัญหาแล้วจึงจะทำให้เห็นขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

4.4.12 ยุทธวิธีการใช้เหตุผล เป็นการใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหาประมวลเข้ากับความรู้ และประสบการณ์เดิม จากเหตุไปสู่ผลที่เป็นคำตอบของปัญหา วิธีนี้มักใช้ร่วมกับยุทธวิธีอื่น ๆ

4.4.13 ยุทธวิธีการใช้แบบจำลอง การสร้างแบบจำลองแทนปัญหาโดยใช้ของจริง รูปภาพหรือใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยทำความเข้าใจปัญหาง่ายขึ้น และช่วยกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา การสร้างแบบจำลองของปัญหาทำให้เข้าใจโมเดล การดำเนินการที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา

ในการแก้ปัญหาขั้นตอนที่ถือว่ามีความสำคัญมากที่สุด คือ ขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา เพราะผู้แก้ต้องใช้ทั้งทักษะ ความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ที่มีอยู่ประมวลเข้าด้วยกันกับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าผู้เรียนได้รับการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจนมีทักษะในการแก้ปัญหาเพียงพอแล้ว เมื่อต้องเผชิญกับปัญหาอีกก็จะสามารถนำประสบการณ์ที่สั่งสมออกมาปรับใช้ได้เหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ของปัญหานั้น ๆ

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ปัญหาหนึ่ง ๆ สามารถแก้ปัญหาก็ได้โดยยุทธวิธีที่หลากหลายอาจใช้เพียงยุทธวิธีเดียวหรือหลายยุทธวิธีประกอบกันก็ได้ ผู้เรียนต้องเรียนรู้และเข้าใจยุทธวิธีที่หลากหลาย ในการแก้ปัญหาย่างลึกซึ้ง และจะต้องสะสมยุทธวิธีต่าง ๆ ไว้ให้มากเพื่อการเลือกนำออกมาใช้อย่างเหมาะสมต่อไป ความรู้ที่สำคัญที่ทำให้เป็นนักแก้ปัญหาคือ คือ ความรู้ในเรื่อง

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา โดยสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่หลากหลายได้ ดังนั้นผู้เรียนควรที่จะได้เรียนรู้หรือฝึกทักษะการใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ให้ชำนาญ เพื่อจะได้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาต่อไป

สำหรับงานวิจัยนี้ ยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ได้แก่ ยุทธวิธีการให้เหตุผล ยุทธวิธีการประมาณและตรวจสอบ และยุทธวิธีการลงมือแก้ปัญหา เพื่อช่วยในการเข้าใจปัญหาและใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา รวมทั้งการใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา ประมวลเข้ากับความรู้อยู่ และประสบการณ์เดิมจากเหตุไปสู่ผลที่เป็นคำตอบของปัญหา

4.5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียน มีดังนี้

4.5.1 ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เนื่องจากผู้เรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง ผู้เรียนต้องอ่านอย่างรอบคอบ วิเคราะห์ และทำความเข้าใจกับปัญหา โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์ บทนิยาม มโนคติ และข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อที่จะได้ตัดสินใจว่าควรจะทำอะไรและอย่างไร เป็นการแสดงออกถึงศักยภาพทางสมองของผู้เรียนในการระลึก การนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่

4.5.2 ทักษะในการแก้ปัญหา

เมื่อผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหามากขึ้น ย่อมมีโอกาสที่จะพบปัญหาต่าง ๆ หลากรูปแบบทั้งที่มีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึง หรือแตกต่างกัน การเผชิญกับปัญหาที่แปลกใหม่ การเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมจะเป็นการส่งเสริมประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวางแผนเพื่อกำหนดกลยุทธ์ในการแก้ปัญหได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

4.5.3 ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการใช้เหตุผล

เมื่อทำความเข้าใจกับปัญหา และวางแผนการปัญหาเรียบร้อยแล้วก็ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งบางปัญหาก็ต้องใช้การคิดคำนวณ บางปัญหาก็ต้องใช้กระบวนการใช้เหตุผล ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจ ในกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในระดับของตน

4.5.4 แรงขับ

ในการแก้ปัญหาผู้เรียนจะพบปัญหาที่แปลกใหม่ ปัญหาที่ไม่เคยพบเจอมาก่อน ปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบในทันทีทันใด ต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อจะหาคำตอบให้ได้ จึงจำเป็นที่ผู้เรียนต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้มาจากความสนใจ

เจตคติ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งแรงขับนี้ ผู้เรียนต้องใช้เวลาในการบ่มเพาะมาช้านาน

4.5.5 ความยืดหยุ่น

การจะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ผู้เรียนต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ยึดติดกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบใดแบบหนึ่ง หรือยึดติดรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่ต้องยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการแก้ปัญหา โดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

4.5.6 ความรู้พื้นฐาน

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดีพอ สามารถนำมาใช้ได้เหมาะสมสอดคล้องกับสาระของปัญหาระดับสติปัญญา การแก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูง สติปัญญาจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ประการหนึ่งในการแก้ปัญหา ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้ที่มีสติปัญญาคงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีสติปัญญาที่ด้อยกว่า

4.5.7 การอบรมเลี้ยงดู

ผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่มีการเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย ให้โอกาสแสดงความคิดเห็น คิดและตัดสินใจได้ด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่เลี้ยงแบบปล่อยปละละเลย หรือเข้มงวดเกินไป

4.5.8 วิธีสอนของผู้สอน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระมีเหตุผล ให้ความสำคัญกับการคิดของผู้เรียน ย่อมส่งเสริมให้ผู้เรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่า แบบที่บทบาทการเรียนการสอนตกอยู่ที่ผู้สอนแต่เพียงฝ่ายเดียว นอกจากนี้ การจัดสภาพแวดล้อม ก็มีผลที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน เช่นกัน (สมเดช บุญประจักษ์. 2544 : 33 อ้างอิงจาก สมาคมผู้สอนคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM. 199 : 57)

สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน คือ

1. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิด วิธีการคิด และความรู้สึกรู้สึกของผู้เรียน
2. ใช้เวลาในการสำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำงานทั้งส่วนบุคคลและร่วมมือกัน

4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงใช้ความสามารถในการกำหนดปัญหาและสร้างข้อ

คาดเดา

5. ให้ผู้เรียนได้ให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

4.6 วิธีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

เป้าหมายของการพัฒนา ก็คือ เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหามาให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ โดยทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินแก้ปัญหา และตรวจสอบผลโดยฝึกตามขั้นตอนดังนี้

4.6.1 การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ฝึกให้ผู้เรียนอ่านโจทย์อย่างละเอียด แล้วทำความเข้าใจจำแนกสถานการณ์หรือข้อมูลออกเป็นส่วน ๆ โดยมุ่งให้ผู้เรียนสามารถตอบคำถามต่อไปนี้ โจทย์ให้ข้อมูลอะไร มีเงื่อนไขอย่างไร โจทย์ต้องการหาอะไร โดยอาจเริ่มจากการตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ ต่อไปจึงให้ผู้เรียนฝึกทำความเข้าใจตนเอง

4.6.2 การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงหรือมองหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่จะเป็นกับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้ผู้เรียนบอกความหมาย อธิบายความสัมพันธ์ และแทนข้อมูลโดยใช้วิธีต่าง ๆ เช่น ใช้แผนภาพ ตาราง หรือเทคนิคอื่น ๆ เพื่อสร้างความกระฉับกระเฉง และเห็นเป็นรูปธรรม แล้วจึงแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจแปลความในโจทย์ปัญหา ให้อยู่ในรูปประโยคทางคณิตศาสตร์โดยหากเข้าใจโจทย์ปัญหาดีแล้ว

การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักประมาณคำตอบโดยการคิดในใจ แล้วดำเนินการหาคำตอบโดยใช้ความรู้ และทักษะที่มีอยู่ก่อนแล้ว การพัฒนาความสามารถการตรวจสอบผล ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการตรวจสอบคำตอบของปัญหา คือ ตรวจสอบคำตอบที่ได้กับคำตอบที่ประมาณในใจ ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 64)

กอนซาเลส (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 67 อ้างอิงจาก Gonzales. 1994 : 74) ได้ให้ความเห็นว่า บรรยากาศที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ต้องเป็นบรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสะดวกสบายในการแสดงแนวคิดไม่เขັมงวด อาจจริงอาจจจนเกิดความตึงเครียด เพราะถ้าผู้เรียนเกิดความรู้สึกลัวในสิ่งที่ผิดพลาด หรือกลัวถูกหัวเราะเยาะจากเพื่อนผู้เรียนจะไม่กล้าซักถาม ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ฉะนั้นผู้สอนจะต้องจัดบรรยากาศของชั้นเรียนที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกริเป็นอิสระเป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมให้มีการสำรวจ สืบค้นให้เหตุผล และสื่อสารกัน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ได้รวบรวมแนวคิด ทฤษฎี รวมทั้งเอกสาร คู่มือ ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาศึกษาและเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจเป็นอย่างมาก จะได้กล่าวถึงดังนี้

5.1 งานวิจัยในประเทศ

ธนันท์ สะอาดไพร (2546 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยการค้นพบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) แผนกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยการค้นพบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรีได้ (2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยการค้นพบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี ได้ค่าเฉลี่ย 27.02 คิดเป็นร้อยละ 84.44 ผ่านเกณฑ์ทุกคน (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยการค้นพบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี มีความพึงพอใจในเกณฑ์ดี

สายชล ลิ้มชื่น (2546 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง การสร้างแบบฝึกคณิตศาสตร์ เรื่องความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6) ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยปรากฏว่า แบบฝึกเรื่องความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 86.67 / 93.33

พรไพโร ผ่าอินทร์จันทร์ (2546 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานที่ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตและสามารถอธิบายโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

เทอดศักดิ์ จันทร์อรุณ (2549 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง การทดลองเปรียบเทียบผล การสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ระดับ ป.กศ. สูง วิชาเอกคณิตศาสตร์โดยใช้

บทเรียน โปรแกรมกับการสอนตามปกติ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะ คือ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชา เรขาคณิตวิเคราะห์ของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมกับการสอนปกติ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมให้ผลการเรียนรู้ด้านสติปัญญา (cognitive domain) ในระดับต่ำ คือ ด้านความรู้ และด้านการนำไปใช้ ได้ดีกว่าการสอนของครู และการสอนของครูให้ผลการเรียนรู้ด้านสติปัญญา ในระดับสูงคือ ด้านการสังเคราะห์ได้ดีกว่าบทเรียน โปรแกรม สรุปได้ว่า ถ้านำบทเรียน โปรแกรมมาเสริมการสอนของครูจะทำให้การเรียนรู้ของนักศึกษาด้านสติปัญญา ในวิชาเรขาคณิตมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้น

วัชรสันต์ อินธิสาร (2547 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม GSP ตัวอย่างประชากร คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โรงเรียนสุรนารีวิทยา อ.เมือง จ. นครราชสีมา ปีการศึกษา 2547 จำนวน 60 คน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังการเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงและปานกลาง มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียน

ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

วรรณวิภา สุทธเกียรติ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้มีลักษณะส่งเสริมให้นักเรียนคิดจินตนาการ เพิ่มพูนความรู้ทางเรขาคณิตด้วยการลงมือปฏิบัติเอง โดยการสำรวจตั้งข้อาคเคา และสืบเสาะหาเหตุผลตามความเหมาะสมเพื่อตรวจสอบข้อาคเคาที่ตั้งไว้ด้วยเป้าหมาย ที่ให้บทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์การตัดสิน 70/70 จากการนำบทเรียนเรขาคณิตที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยในการทดลองสองครั้งแรกเพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องได้ทำการทดลองเป็นรายบุคคลกับนักเรียน 3 คน และทำการทดลองเป็นกลุ่มย่อยกับนักเรียน 9 คน พบว่าส่วนใหญ่มีข้อบกพร่องเกี่ยวกับการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมในบางตอนในการทดลองครั้งที่สาม ซึ่งเป็นการตรวจสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตได้ทำการทดลองภาคสนามกับนักเรียน 30 คน พบว่าบทเรียนเรขาคณิตมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์การตัดสิน 70/70

สุจิรา มุสิกะเจริญ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิต เรื่องเส้นขนาน และความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียน โดยใช้และไม่ใช้โปรแกรม GSP ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม จำนวน 2 ห้องเรียน โดยกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่ใช้โปรแกรมจีเอสพี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม GSP มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนานและความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้โปรแกรม GSP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อำนาจ เชื้อบ่อคา (2547 : 30) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 48 คน ผลการวิจัย ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลาล้างจากการได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนได้รับการสอนด้วยโปรแกรม GSP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

อรรดสาสน์ นิमितพันธ์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยผลของการใช้โปรแกรม GSP ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 4 ชั้น ที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี จำนวน 4 คน ที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ดำเนินการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 4 ชั้น ซึ่งประกอบด้วย ตำราฯ ตั้งข้อความคาดการณ์ สืบเสาะเหตุผล และสรุปผล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม GSP ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 4 ชั้น มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความเท่ากันทุกประการผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม GSP ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 4 ชั้น มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุสนา ทิพย์หมัด (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการสอนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ในเครื่องคิดเลขเชิงกราฟกับการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนจุฬาภรณวิทยาลัย สตูล อ.เมือง จ.สตูล ซึ่งทางโรงเรียนได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีผลการเรียนอยู่ในระดับดี ปานกลาง และอ่อนลงละกันไป เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลากเลือกนักเรียน 2 กลุ่มให้เป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ใช้เวลากลุ่มละ 12 ชั่วโมง แล้วทำการทดสอบ ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ในเครื่องคิดเลขเชิงกราฟ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ไม่แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ในเครื่องคิดเลขเชิงกราฟ มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต แตกต่าง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

นอกจากงานวิจัยดังกล่าวแล้ว ยังมีบทความที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์ GSP จากข้อเขียนของบุคคลต่าง ๆ อาทิ

สุพิศ อุทธิแก้ว (สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2551, จาก <http://www.blogth.com/blog/Science/Science/3081.html>) อาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ กล่าวว่า โปรแกรม GSP เป็นโปรแกรมช่วยสอนทางด้านวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายเรื่อง เช่น เรขาคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติและแคลคูลัส อีกทั้งสามารถนำไปประยุกต์สร้างสื่อการสอน

ในวิชาฟิสิกส์ได้อีกด้วย และใช้ได้กับการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถึงระดับอุดมศึกษา นอกจากนี้ การนำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์มาผสมผสานกับความรู้ทางด้านเทคโนโลยี ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาทักษะได้ในหลายๆด้าน ช่วยทำให้ผู้เรียนวิชาคณิตศาสตร์สามารถเรียนรู้และเข้าใจในหลักทฤษฎีและเนื้อหาที่ยากๆ ได้ง่ายขึ้น

วนิดา คารากุล (สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2551, จาก <http://www.blogth.com/blog/Science/Science/3081.html>) โรงเรียนละอายพิทยานุสรณ์ เล่าว่า สามารถนำความรู้ที่ได้ เช่น เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต เรื่องระบบสมการ การหาคำตอบของสมการกำลังสอง การเขียนกราฟ ไปจัดทำสื่อการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 -3 ได้

ณิชนน ชีระบัญชา (สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2551, จาก <http://www.blogth.com/blog/Science/Science/3081.html>) โรงเรียนเบญจมราชูทิศ กล่าวถึงว่า โปรแกรม GSP มีประโยชน์อย่างมาก โดยเฉพาะกับครูที่สอนทางด้านวิชาคณิตศาสตร์ สามารถนำไปทำสื่อการสอนในระดับสูงแสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมและทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น

พรรณวดี ช่วยคง (สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2551, จาก <http://www.blogth.com/blog/Science/Science/3081.html>) โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย จังหวัดนครศรีธรรมราช เล่าว่า ได้รับความรู้จากการอบรมโปรแกรมนี้ในหลายเรื่อง เช่น การสร้างรูปในวงกลม การสร้างจุดจากวงกลม การแบ่งมุม การแปลง การเลื่อนขนานการสะท้อน การสร้างเส้นกราฟ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการสอนในระดับชั้น ม.1 ถึง ม.3 ได้

สุนิดา วัฒนา (สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2551, จาก <http://www.blogth.com/blog/Science/Science/3081.html>) โรงเรียนประสาธน์ราษฎร์บำรุง เล่าว่า การอบรมครั้งนี้มีประโยชน์โดยตรงต่อครูผู้สอนทางด้านคณิตศาสตร์ คือ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสื่อสำหรับการเรียนการสอนให้นักเรียนที่ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ให้ความสนใจวิชานี้และเข้าใจบทเรียนมากขึ้น

จากผลงานการวิจัยในประเทศ และบทความต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP จะเห็นจากการนำโปรแกรม GSP ไปใช้ ส่งผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำให้นักเรียนมีทักษะในการเรียนการสอนเรขาคณิตในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น นอกจากนั้นนักเรียนยังมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้นอีกด้วย นั่นหมายความว่าครูผู้สอนสามารถที่จะนำ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ GSP มาใช้ประกอบในการเรียนการสอนเรขาคณิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้รับการเรียนรู้ที่หลากหลาย และสามารถนำไปสู่การพิสูจน์ทางเรขาคณิตได้

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

เลสเตอร์ (Lester. 1996 : 2343 –A) ได้ศึกษาวิจัยผลของการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1996 กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้ โปรแกรม GSP ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนตามแบบปกติ โดยการใช้ไม้บรรทัด ดินสอ ไม้โปรแทรกเตอร์และวงเวียน ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเกี่ยวกับความรู้ทางเรขาคณิตและการสร้างของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
2. ค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเกี่ยวกับการตั้งข้อาคเคาทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

โยเซฟ (Yousef. 1997 : 1631-A) ได้ศึกษาวิจัยผลการใช้ GSP มีผลต่อเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเรขาคณิตเบื้องต้น โรงเรียนเซาท์เวสเทิร์นรัฐโอไฮโอ สหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1996 – 1997 ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยกิจกรรมสำรวจโดยใช้ GSP ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนด้วยกิจกรรมสำรวจโดยใช้กระดาษและดินสอ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาเรขาคณิตสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชอย (Choi. 1997 : 406-A) ได้ศึกษาเรื่อง การเรียนรู้ทางเรขาคณิตของนักเรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อสืบเสาะการพัฒนาคิดทางเรขาคณิตตามระดับขั้นของ แวน ฮิลี ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือ พบว่า

1. มีความสัมพันธ์กัน ระหว่างระดับขั้นของ แวน ฮิลี กับความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์
2. ระดับขั้นของแวน ฮิลี สามารถพัฒนาไปสู่การเรียนรู้แบบการสร้างภาพนามธรรมอย่างง่าย
3. การใช้โปรแกรม GSP ช่วยให้การสร้างมีประสิทธิภาพ ช่วยในกระบวนการแก้ปัญหา ส่งเสริมความสนใจของนักเรียน ช่วยให้เรียนเรื่องที่ยากซับซ้อนได้และประหยัดเวลาการเรียนรู้

นอกจากงานวิจัยดังกล่าวแล้ว ยังมีบทความที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์ GSP จากข้อเขียนของบุคคลต่าง ๆ อาทิ

ชิลิกาติส (Shiligatis. 1998 : 162-165) ได้กล่าวถึงการนำโปรแกรม GSP มาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มพูนความรู้ที่หลากหลายของการหาคำตอบ โดยการใช้การสืบเสาะด้วยการเคลื่อนไหวของรูป ทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่าการใช้กระดาษและดินสอ ส่งผลให้นักเรียนสนุกต่อการเรียนรู้และยังได้มาซึ่งความเข้าใจและการแก้ปัญหา

กาลินโด (Galindo. 1998 : 76-82) กล่าวว่า การใช้ โปรแกรม GSP ช่วยในการสร้างรูปเรขาคณิตสำรวจความสัมพันธ์ของรูปเหล่านั้น ตั้งข้อคาถา สมบัติต่าง ๆ และทดสอบข้อคาถานั้นๆ เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเรียนรู้การให้เหตุผลอย่างมีความหมาย ไม่ใช่การพิสูจน์แบบดั้งเดิมที่เขียนตามกันมา นักเรียนสามารถสร้างความเชื่อมโยงระหว่างการสร้างรูปโดยใช้ซอฟต์แวร์กับรูปทางเรขาคณิตตามความคิดที่ใช้ในการพิสูจน์ได้ จะเป็นผู้ที่เข้าใจเรขาคณิตได้อย่างลึกซึ้ง

ลิง (Ling. 2004 : 1466-A) ได้ศึกษาเรื่อง การเสริมการเรียนรู้เรื่องภาคตัดกรวยด้วยเทคโนโลยีจุดมุ่งหมายของการวิจัยมี 2 ข้อ คือ เพื่อหาแนวทางการใช้เทคโนโลยีเพิ่มเติมการเรียนรู้ของนักเรียนในการเรียนเรื่องภาคตัดกรวย และเพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนหลังใช้เทคโนโลยีในการศึกษาได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 11 คน ในการเรียนการสอนแต่ละกลุ่มมีผู้สอนคนเดียวกัน กลุ่มที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ กลุ่มที่ 2 ใช้คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมให้โปรแกรม GSP ผลการวิจัยพบว่า 2 กลุ่มที่ใช้เทคโนโลยีคะแนนที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ และสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่มีนักเรียนคนใดได้รับคะแนนต่ำลง ทัศนคติของกลุ่มควบคุมสูงกว่าทัศนคติของกลุ่มที่ใช้เทคโนโลยี 2 กลุ่ม อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ยังมีบทความอีกมากที่เขียนโดยยกตัวอย่างปัญหาทางเรขาคณิตแล้วใช้โปรแกรม GSP ในการสอนซึ่งสรุปได้สอดคล้องกันว่า โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือที่ทำให้ผู้เรียนสามารถสำรวจและสร้างความสัมพันธ์ทางความคิดทางเรขาคณิตจากการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการแปลง เป็นเครื่องมือที่ให้ผู้เรียนสามารถทดลองได้เอง วิเคราะห์มองเห็นภาพได้ชัดเจน ทดลองสร้างปรับเปลี่ยนได้อย่างรวดเร็วทำได้หลายครั้งจนกว่าจะพอใจ ซอฟต์แวร์นี้สามารถใช้แทนกระบวนการที่สร้างบนกระดาษได้อย่างสมบูรณ์ หรือการแก้ปัญหาในวิธีการที่ไม่สามารถสร้างด้วยดินสอและกระดาษได้ สามารถโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับซอฟต์แวร์ได้ มีการเคลื่อนไหวให้เห็นได้ชัดเจนและรวดเร็ว จากผลการสอนผู้เรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจและความเข้าใจได้ดีและลึกซึ้ง มีความคงทนในความรู้ มีเจตคติที่ดี สามารถให้เหตุผลได้ สามารถ

สร้างข้อาคเคาต่าง ๆ ก่อนการพิสูจน์ สามารถเห็นข้อแตกต่างของสิ่งที่คาดเคาระหว่างความมีเหตุผลและไม่มีเหตุผลในการพิสูจน์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ว่า เรขาคณิตเป็นอีกเนื้อหาหนึ่งที่มีความจำเป็นต้องนำมาใช้เป็นพื้นฐาน สำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป และจะเห็นได้จากการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เข้ามาเกี่ยวข้องในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะส่งผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น รวมทั้งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเอง และเพิ่มทักษะในการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ในการ พัฒนาบทเรียนเรขาคณิต โดยใช้ โปรแกรม GSP ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดให้บทเรียนประกอบด้วย เนื้อหาเรขาคณิต ที่เป็นพื้นฐานในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และมีการ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนอย่างชัดเจน ทบทวนความรู้ที่เป็นพื้นฐานเดิมของสิ่งที่ จะเรียน เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมโดยลงมือปฏิบัติเอง ในการสำรวจ ตั้งข้อาคเคา และ สืบเสาะหาเหตุผลตามความเหมาะสมกับนักเรียน

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยและพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ได้อธิบายถึงประเด็นหลัก ในการวิจัยเป็นการศึกษาจากขั้นตอนที่ 1 คือ การวิเคราะห์ข้อมูล พื้นฐาน ให้มีความสอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาจัดทำ สื่อนวัตกรรมในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งได้ศึกษาถึงแนวคิด ทฤษฎี รูปแบบการจัดกิจกรรม ตลอดจน เนื้อหา สาระ และโปรแกรม GSP ที่จะนำมาสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ให้มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล เพื่อเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมากที่สุด ดังภาพที่ 18

ปัญหาและความต้องการพื้นฐาน

- โปรแกรม GSP สามารถทำให้นักเรียนได้เห็นถึงความเป็นรูปธรรมของเนื้อหาต่าง ๆ เรียนรู้และเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว
- โปรแกรมเน้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตัวเอง จะช่วยให้ผู้เรียนได้สำรวจเนื้อหา และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
- พัฒนาความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาสาระต่าง ๆ ได้
- โปรแกรม GSP สามารถที่จะนำมาสำรวจ และตรวจสอบทุกขั้นตอนได้อย่างชัดเจน

การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

- เนื้อหาเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad
- ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism)
- แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา
- รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - ซิปปาโมเดล (CIPPA Mode) และการ ฝึกการปฏิบัติจริง
 - การพิสูจน์ทางเรขาคณิต
 - การสืบเสาะหาความรู้และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
 - กระบวนการกลุ่ม
- การวัดและประเมินผล

ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

- บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
- บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์มีประสิทธิภาพ คะแนนผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาพที่ 18 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์
พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในลักษณะการวิจัยและ
พัฒนา (research and development) ซึ่งมีวิธีการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เป็นการรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาสร้าง
บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความ
ต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวิธีดำเนินการดังนี้ คือ

1.1 การสนทนาและสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ของครูผู้สอนในกลุ่มสาระการ
เรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาประเด็นปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์

1.2 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

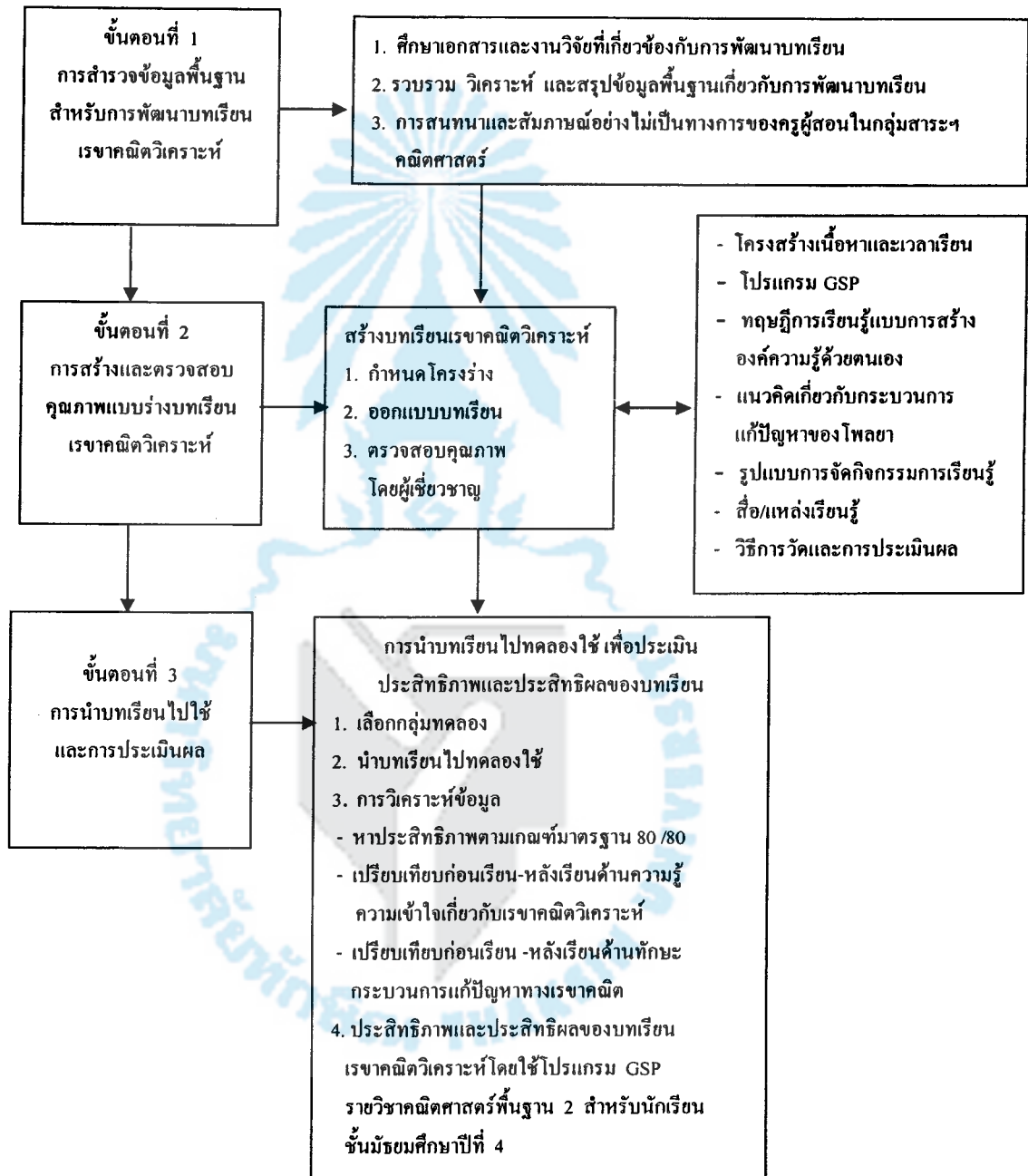
1.3 ศึกษาตำรา วารสาร คู่มือครู และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน
การออกแบบสื่อการสอน หลักการผลิตสื่อการสอน ทฤษฎีการเรียนรู้การสร้างความรู้
(constructivism) แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้โปรแกรม GSP

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์
โดยใช้โปรแกรม GSP โดยการดำเนินการสร้างบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ และตรวจสอบ
คุณภาพแบบร่างบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งพิจารณาจากความเหมาะสมและความสอดคล้อง
องค์ประกอบ ของบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่ม
สาระคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้โปรแกรม GSP จำนวน 2 คน และ
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 คน รวม 7 คน

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งสร้างด้วยโปรแกรม GSP
ได้ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนในห้องเรียนที่ 1
จำนวน 39 คน และห้องเรียนที่ 2 จำนวน 31 คน ได้ดำเนินการตามแผนการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้ จำนวน 17 ชั่วโมง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ตามเกณฑ์
มาตรฐานที่วางไว้ 80/80 รวมทั้งประเมินหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ในด้าน

ความรู้ ความเข้าใจและทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ เพื่อยืนยันถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น

ซึ่งขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปเป็นขั้นตอน ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

รายละเอียดของการดำเนินการวิจัยและพัฒนาบทเรียน ดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่จะนำมาสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ให้สอดคล้องกับสภาพปัญหา และความต้องการเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วิธีการศึกษา

ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความต้องการในการพัฒนาบทเรียนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกำหนดเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การสนทนาและสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ของครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาประเด็นปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์
2. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นการศึกษาสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ ที่คาดหวัง เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ รวมทั้งการศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการสร้างองค์ความรู้ (constructivism) แนวคิดเกี่ยวกับทักษะ กระบวนการแก้ปัญหา แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้โปรแกรม GSP
3. ศึกษาตำรา วารสาร คู่มือครู และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนมาออกแบบ บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP กำหนดแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหา สื่อการสอน วิธีการวัดและประเมินผล และข้อมูลต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำ บทเรียน รวมทั้งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนที่ 1 ประกอบด้วย ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนสุจริตินวิทยา จำนวน 4 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลด้วยตนเองจากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการสนทนา สัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิธีการศึกษา

เป็นการรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตวิเคราะห์ รวมทั้งการนำโปรแกรม GSP มาสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ วิธีการศึกษาในขั้นตอนที่ 2 นี้ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ และการตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ก่อนนำไปใช้ ซึ่งมีข้อมูลพื้นฐานที่รวบรวมมาจากขั้นตอนที่ 1 โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

2.1 การสร้างบทเรียน มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างดังนี้

2.1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สำหรับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1.2 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับ การสร้างบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบในการสร้างหลักฐานและการกำหนดเนื้อหาสาระ

2.1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

2.1.4 การกำหนดแบบร่างบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

2.1.4.1 หลักของการสร้างบทเรียน ซึ่งประกอบด้วย

2.1.4.1.1 ชื่อบทเรียน

2.1.4.1.2 คำชี้แจง

2.1.4.1.3 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.1.4.1.4 เนื้อหา

2.1.4.1.5 กิจกรรม/แบบฝึกหัด

2.1.4.1.6 แบบทดสอบ

2.1.4.2 โปรแกรม GSP

2.1.4.3 โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน

2.1.4.4 สื่อการสอนและแหล่งเรียนรู้

2.1.4.5 วิธีการวัดและประเมินผล

2.1.5 การร่างแบบบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP ดำเนินการในขั้นนี้มีวิธีการศึกษา ดังนี้

2.1.5.1 ประชุมวางแผนกับคณะครูผู้สอน ประกอบด้วย ครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทั้งนี้ได้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างหลักสูตร วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ฯลฯ พิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาตามระดับชั้น ความสนใจ ความต้องการของนักเรียน ความสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมทั้งภายใน และแหล่งเรียนรู้ภายนอกโรงเรียน

2.1.5.2 ดำเนินการร่างแบบบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP โดยการประชุมวางแผนกับคณะครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย หลักการของการสร้างบทเรียน เนื้อหาของบทเรียน แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน และแหล่งเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล

2.2 การตรวจสอบคุณภาพ ขั้นตอนนี้เป็นการนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP ที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยผ่านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้โปรแกรม GSP จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 คน รวม 7 คน พิจารณาความสอดคล้องและความเหมาะสมของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP ดังนี้

2.2.1 การประเมินความเหมาะสมของแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นการประเมินแต่ละองค์ประกอบของบทเรียน ว่ามีความเหมาะสมเพียงใด ทั้งหลักของการสร้างบทเรียน เนื้อหาของบทเรียน แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล

2.2.2 การประเมินความสอดคล้องของแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นการประเมินว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของแบบร่างบทเรียนมีความสอดคล้องกันเพียงใด ทั้งหลักของการสร้างบทเรียน เนื้อหาของบทเรียน แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP ได้แก่

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นบุคคลในหน่วยงานสถานศึกษาที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 คน
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้โปรแกรม GSP ประกอบด้วย บุคคลที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม GSP ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 2 คน
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ประกอบด้วย บุคคลในหน่วยงาน สถานศึกษาที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 2 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบประเมินแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP ซึ่งแบบ ประเมินดังกล่าว จะแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 แบบประเมินความเหมาะสมของแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP ซึ่งเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 แบบประเมินความสอดคล้องของแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP ซึ่งเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดของแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์
2. กำหนดประเด็นที่จะทำการประเมินแล้วนำมาเขียนเป็นข้อคำถาม
3. นำแบบประเมินให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง
4. นำแบบประเมินความสอดคล้องของแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

โดยใช้โปรแกรม GSP ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้โปรแกรม GSP จำนวน 2 คน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 คน เพื่อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อคัดเลือกแบบประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป ถือว่าแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยการใช้โปรแกรม GSP มีคุณภาพไม่ต้องปรับปรุง สำหรับข้อใดที่ได้คะแนนต่ำกว่า 0.70 ให้พิจารณาถึงเหตุผลเป็นรายชื่อโดยการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงหลักสูตรต่อไป ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่าแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ตั้งแต่ 0.85 – 1.00 (ภาคผนวก ข)

5. นำแบบประเมินความเหมาะสมของแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้โปรแกรม GSP จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 คน เพื่อหาคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมโดยพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ถือว่าแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยการใช้โปรแกรม GSP มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้นไม่ต้องปรับปรุงสำหรับข้อใดที่ได้คะแนนต่ำกว่า 3.51 ให้พิจารณาถึงเหตุผลเป็นรายชื่อโดยการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่าแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยการใช้โปรแกรม GSP มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากซึ่งมีค่าตั้งแต่ 3.86 – 5.00 (ภาคผนวก ข)

6. ปรับปรุงและแก้ไขแบบประเมินตามที่คุณเชี่ยวชาญเสนอแนะ แล้วจัดทำเป็นแบบประเมินแบบร่างบทเรียนฉบับสมบูรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการและประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญด้วยตนเอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จากแบบประเมินความเหมาะสมของแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยการใช้โปรแกรม GSP ผู้วิจัยจะเสนอในรูปของคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยการนำข้อมูลการตอบแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาให้ค่าน้ำหนักคะแนนดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 99-100)

มีความเห็นว่า	เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนนเป็น	5
มีความเห็นว่า	เหมาะสมมาก	ให้คะแนนเป็น	4
มีความเห็นว่า	เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนนเป็น	3
มีความเห็นว่า	เหมาะสมน้อย	ให้คะแนนเป็น	2
มีความเห็นว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนนเป็น	1

จากนั้นคำนวณคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยเทียบ กับเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ยคะแนน	4.51-5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยคะแนน	3.51-4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยคะแนน	2.51-3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ยคะแนน	1.51-2.50	หมายถึง เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ยคะแนน	1.00-1.50	หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสม คือ ถ้าคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ถือว่าแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้นไม่ต้องทำการปรับปรุงสำหรับ ข้อใดที่ได้คะแนนต่ำกว่า 3.51 ให้พิจารณาถึงเหตุผลเป็นรายชื่อโดยการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงบทเรียนต่อไป และหากมีข้อเสนอแนะต่างๆ นอกเหนือจากชุดคำถามในแบบประเมิน เมื่อมีผู้เชี่ยวชาญ ตั้งแต่ 3 คน ขึ้นไปมีความเห็นสอดคล้องกัน ผู้วิจัยพิจารณาเพิ่มเติมข้อเสนอแนะไว้ในบทเรียน โดยคำนึงถึงพื้นฐานของผู้เรียน

2) การวิเคราะห์ข้อมูล ที่รวบรวมได้จากแบบประเมินความสอดคล้องของแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP วิเคราะห์โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item objective congruence หรือ IOC) โดยนำข้อมูลการตอบแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญ มาให้เป็นน้ำหนักคะแนนดังนี้ (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ . 2528 : 63 – 64 อ้างอิงจาก Rovinelle and Hambleton. 1977)

มีความเห็นว่า	สอดคล้อง	กำหนดคะแนนเป็น +1
มีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจ	กำหนดคะแนนเป็น 0
มีความเห็นว่า	ไม่สอดคล้อง	กำหนดคะแนนเป็น -1

จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.70 ถือว่าแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP มีคุณภาพไม่ต้องทำการปรับปรุง สำหรับข้อที่ได้คะแนนต่ำกว่า 0.70 ให้พิจารณาถึงเหตุผลเป็นรายชื่อโดยการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงบทเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ที่สร้างขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียนและการประเมินหลังการเรียนการสอน

วิธีการศึกษา

ในขั้นตอนนี้เป็นการทดลองใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งสร้างด้วยโปรแกรม GSP ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุทรินวิทยา ประจำปีการศึกษา 2551

ได้ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนในห้องเรียนที่ 1 จำนวน 39 คน และห้องเรียนที่ 2 จำนวน 31 คน ได้ดำเนินการตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 17 ชั่วโมง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ตามเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80 รวมทั้งประเมินหาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ในด้านความรู้ ความเข้าใจและทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ เพื่อยืนยันถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

3.2.1 ผู้วิจัยนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP และคู่มือการใช้เสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียนสุทรินวิทยา เพื่ออนุญาตให้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2.2 จัดเตรียมเอกสารและสื่อประกอบการเรียนการสอน

3.2.3 ปฐมนิเทศนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจและความพร้อม ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

3.2.4 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้บทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม GSP เวลา 17 ชั่วโมง ซึ่งในแต่ละเรื่อง ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง การวิจัยในขั้นนี้ใช้กระบวนการวิจัยกึ่งทดลอง (pre-experimental research) (ผ่องพรรณ ทรัพย์มงคล. 2543 : 192) มีรายละเอียดดังนี้

แบบแผนการทดลอง ใช้แบบแผนการทดลองแบบหนึ่งกลุ่มทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (one group pretest-posttest design) (ผ่องพรรณ ทรัพย์มงคล. 2543 : 192-193) ดังนี้

Pretest	Treatment	Posttest
O_1	T	O_2

O_1	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง
T	แทน	ดำเนินการสอน
O_2	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้บทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุจริตวิทยา ประจำปีการศึกษา 2551 จำนวน 2 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ระหว่างเรียน และหลังเรียน จากการทำงานกลุ่ม และการประเมินการทำกิจกรรม / แบบฝึกหัด
2. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินก่อนและหลังสิ้นสุดการเรียนการสอน ได้แก่
 - แบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ เป็นแบบรูบริก (Rubric) 3 ระดับ มีขั้นตอนในการสร้างดังรายละเอียดต่อไปนี้
 - 2.1 แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP มีลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้
 - 2.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์
 - 2.1.2 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจ
 - 2.1.3 สร้างข้อคำถามตามกรอบเนื้อหา เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
 - 2.1.4 นำแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพัฒนาและปรับปรุงแก้ไข
 - 2.1.5 นำแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 คน และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 คน รวม 5 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถามและภาษาแล้วนำผลการพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อคัดเลือกข้อความที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป พร้อมให้ข้อเสนอแนะและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ ซึ่งจากการหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ พบว่ามีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ซึ่งมีแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 39 ข้อ และแบบทดสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์มีจำนวน 1 ข้อที่ต้องตัดทิ้ง (ภาคผนวก ข)

2.1.6 นำแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปทดลองใช้

2.1.7 นำแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุทธีรวิทยา ประจำปีการศึกษา 2551 จำนวน 40 คน เพื่อตรวจสอบหาความชัดเจนในภาษาที่ใช้ และหาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยพิจารณาความยากง่าย ที่มีค่าตั้งแต่ 0.20 - 0.80 ซึ่งจากการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบพบว่า มีค่าตั้งแต่ 0.20 – 0.85 มีแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 33 ข้อ และมีแบบทดสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 7 ข้อ ที่ต้องตัดทิ้ง (ภาคผนวก ข)

2.1.8 ค่าอำนาจจำแนก เป็นการหาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกแบบทดสอบ นั่นคือ ค่าอำนาจจำแนกต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งจากการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบพบว่า มีค่าตั้งแต่ -0.15 – 0.75 มีแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 35 ข้อ และมีแบบทดสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 5 ข้อ ที่ต้องตัดทิ้ง (ภาคผนวก ข)

จากค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP มีแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 10 ข้อ ที่ต้องตัดทิ้ง เมื่อเทียบกับเกณฑ์ คือ ข้อที่ 1,2,3,5,6,9,11,13,29 และข้อที่ 39 ดังนั้น จะมีแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ ซึ่งยังคงความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาในการนำไปใช้ในการวิจัย

2.1.9 หาความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุทธีรวิทยา จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง โดยการใช้สูตรการคำนวณของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20) ซึ่งจากการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

2.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP มีลักษณะเป็นแบบรูบริก (Rubric) 3 ระดับ คือ ดี พอใช้ และปรับปรุง ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.2.1 ศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์

2.2.2 สร้างข้อความเพื่อเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน สำหรับประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยยึดหลักกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของโพลยา ร่วมกับความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อกระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละเรื่อง โดยมีความครอบคลุมในสิ่งที่จะประเมิน ใช้ภาษาง่ายและกะทัดรัด เป็นแบบประเมินแบบรูบริก (Rubric) 3 ระดับ คือ ดี พอใช้ และปรับปรุง จำนวน 7 ข้อ

2.2.3 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพัฒนาและปรับปรุงแก้ไข

2.2.4 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ที่ผ่านการพิจารณาจากประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 คน และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 คน รวม 5 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ แล้วนำผลการพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อคัดเลือกข้อความที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป พร้อมให้ข้อเสนอแนะและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ ซึ่งจากการหาค่าความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ พบว่า มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำการทดสอบก่อนดำเนินการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์และแบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP กับกลุ่มตัวอย่าง

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ ซึ่งในระหว่างเรียนก็จะมีประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต ของแต่ละเรื่อง รวมทั้งคะแนนจากกิจกรรมกลุ่ม แบบฝึกหัด แบบทดสอบ

3. ดำเนินการทดสอบหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบชนิดเดียวกับการทดสอบก่อนเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลและเกณฑ์การแปลความหมายคะแนน

1. นำผลการวัดทั้งระหว่างเรียนและหลังสิ้นสุดการเรียนการสอน วิเคราะห์ข้อมูล โดยรวมคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ และกิจกรรม/แบบฝึกหัด และจากการทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ หลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน นำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพ โดยที่ ทั้งในระหว่างการสอน และสิ้นสุดการเรียนการสอน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 (แคนสเวิร์ค สุกทก. 2543 : 55) ถือว่าบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพ โดยที่

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของ ความรู้ ความเข้าใจ เรขาคณิตวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของความรู้ ความเข้าใจ เรขาคณิตวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน

2. นำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ทั้งก่อนและหลังใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ นำมาตรวจให้คะแนน รวมคะแนนแล้วหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนและหลังการใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้การทดสอบที (t-test for dependent sample) ทดสอบความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เกณฑ์ประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ในเรื่องความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ คือ ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ หลังการใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนการใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ถือว่าบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพ

3. นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ผู้วิจัยจะนำเสนอในรูปของคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยการนำข้อมูลจากแบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ในแต่ละเรื่องของแต่ละคนให้ค่าน้ำหนักคะแนนดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 99 -100)

มีความเห็นว่า	ดี	ให้คะแนนเป็น	3
มีความเห็นว่า	พอใช้	ให้คะแนนเป็น	2
มีความเห็นว่า	ปรับปรุง	ให้คะแนนเป็น	1

จากนั้นคำนวณคะแนนเฉลี่ย โดยเทียบกับเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ยคะแนน	2.51 - 3.00	หมายถึง อยู่ในระดับ ดี
ค่าเฉลี่ยคะแนน	1.51 - 2.50	หมายถึง อยู่ในระดับพอใช้
ค่าเฉลี่ยคะแนน	1.00 - 1.50	หมายถึง อยู่ในระดับปรับปรุง

ถ้านักเรียนได้ค่าเฉลี่ยของคะแนน 2.00 ขึ้นไป แสดงว่าบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพ



บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุคติวิทยวิทยา เพื่อให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (research and development) มีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 3 การนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ไปใช้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

เป็นการรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาสร้างบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวิธีดำเนินการดังนี้ คือ

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

1.2 ศึกษาตำรา วารสาร คู่มือครู และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน

การออกแบบสื่อการสอน หลักการผลิตสื่อการสอน ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ (constructivism) แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้โปรแกรม GSP

รวมทั้งประเด็นที่ได้จากการสนทนาและการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการของครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 4 คน ได้ประเด็นการศึกษาดังนี้

- การเรียนการสอนเรขาคณิตยากต่อการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย
- จัดทำสื่อการเรียนการสอนที่มีความหลากหลายและเน้นการปฏิบัติจริง
- การนำโปรแกรม GSP เข้ามาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- เน้นความเป็นรูปธรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการพิสูจน์ และทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

- สามารถนำโปรแกรม GSP มาลงสร้างบทเรียนเรขาคณิต เพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าโปรแกรม GSP นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตได้

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

วิธีการศึกษาในขั้นตอนที่ 2 นี้ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ และการประเมินตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ก่อนนำไปใช้ ซึ่งมีข้อมูลพื้นฐานที่รวบรวมมาจากขั้นตอนที่ 1 โดยมีผลการประเมินดังนี้

1. การสร้างแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

จากประเด็นที่ได้ในการสนทนา สัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับครูผู้สอนประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำความรู้ที่ได้มาสร้างเป็นบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ซึ่งมีหลักของการสร้างบทเรียนดังนี้

- ชื่อบทเรียน
- คำชี้แจง
- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- เนื้อหา
- กิจกรรม/แบบฝึกหัด
- แบบทดสอบ

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

2.1 ผลการประเมินความสอดคล้องของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการใช้โปรแกรม GSP และด้านการวัดและประเมินผล ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การประเมินความสอดคล้องของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP
รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	IOC	ผลการพิจารณา
1. ความสอดคล้องกับองค์ประกอบในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้		
1) จุดประสงค์การเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
2) สารการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
3) กิจกรรมการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
4) สื่อการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
5) การวัดผลและประเมินผล	1.00	สอดคล้อง
6) เวลาที่ใช้	0.85	สอดคล้อง
2. บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ที่สร้างจากโปรแกรม GSP		
1) องค์ประกอบของบทเรียน		
1.1) ชื่อบทเรียนมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	1.00	สอดคล้อง
1.2) คำชี้แจงมีความสอดคล้องกับบทเรียน	1.00	สอดคล้อง
1.3) เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1.00	สอดคล้อง
1.4) กิจกรรม/แบบฝึกหัดมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	1.00	สอดคล้อง
1.5) แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	1.00	สอดคล้อง
2) โปรแกรม GSP		
2.1) มีความสอดคล้องในการพิสูจน์และสำรวจทางคณิตศาสตร์	1.00	สอดคล้อง
2.2) โปรแกรมมีความสอดคล้องกับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์	1.00	สอดคล้อง
2.3) นำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตวิเคราะห์	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 11 (ต่อ)

รายการ	IOC	ผลการพิจารณา
3) กิจกรรมมีความสอดคล้องกับความสามารถของโปรแกรม GSP	1.00	สอดคล้อง
4) ภาษาที่ใช้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	1.00	สอดคล้อง
5) สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรขาคณิตวิเคราะห์ให้มีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น	1.00	สอดคล้อง

จากตารางที่ 11 พบว่า บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP มีความสอดคล้อง นั่นคือ บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.85 - 1.00

2.2 ผลการประเมินหาความเหมาะสมของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการใช้โปรแกรม GSP และด้านการวัดและประเมินผล ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ผลการพิจารณา
1. ความสอดคล้องกับองค์ประกอบในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
1) จุดประสงค์การเรียนรู้	4.71	10.85	มากที่สุด
2) สาระการเรียนรู้	5.00	15.65	มากที่สุด
3) กิจกรรมการเรียนรู้	3.86	6.54	มาก
4) สื่อการเรียนรู้	4.14	7.01	มาก

ตารางที่ 12 (ต่อ)

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ผลการพิจารณา
5) การวัดผลและประเมินผล	3.86	10.48	มาก
6) เวลาที่ใช้	4.00	12.52	มาก
2. บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ที่สร้างจากโปรแกรม GSP			
1) องค์ประกอบของบทเรียน			
1.1) ชื่อบทเรียนมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.43	8.50	มาก
1.2) คำชี้แจงมีความสอดคล้องกับบทเรียน	4.14	7.01	มาก
1.3) เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.00	8.32	มาก
1.4) กิจกรรม / แบบฝึกหัดมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.14	7.01	มาก
1.5) แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.00	8.32	มาก
2) โปรแกรม GSP			
2.1) มีความสอดคล้องในการพิสูจน์และสำรวจทางคณิตศาสตร์	4.71	10.85	มากที่สุด
2.2) โปรแกรมมีความสอดคล้องกับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์	4.43	8.50	มาก
2.3) นำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตวิเคราะห์	4.71	10.85	มากที่สุด
3) กิจกรรมมีความสอดคล้องกับความสามารถของโปรแกรม GSP	4.43	8.38	มาก
4) ภาษาที่ใช้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	8.32	มาก
5) สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตวิเคราะห์ให้มีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น	4.43	8.38	มาก
รวม	4.29	9.26	มาก

จากตารางที่ 12 เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย พบว่า ความเหมาะสมของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.29$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด 4 รายการ ได้แก่ รายการที่ 2 สารการเรียนรู้มีความเหมาะสม ($\bar{x}=5.00$) รายการที่ 1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา ($\bar{x}=4.71$) รายการที่ 2.1) โปรแกรม GSP มีความเหมาะสมในการพิสูจน์และสำรวจทางคณิตศาสตร์ ($\bar{x}=4.71$) และรายการที่ 2.3) โปรแกรม GSP สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตวิเคราะห์ ($\bar{x}=4.71$) นอกนั้นความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ขั้นตอนที่ 3 การนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ไปใช้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP ที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนในห้องเรียนที่ 1 จำนวน 39 คน และห้องเรียนที่ 2 จำนวน 31 คน ได้ดำเนินการตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 17 ชั่วโมง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ วางไว้ 80/80 รวมทั้งประเมินหาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ในด้านความรู้ ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ เพื่อยืนยันถึง ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น ปรากฏผลดังนี้

ผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

1. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนห้องที่ 1

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนห้องที่ 1 ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์

จำนวน นักเรียน	ผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียน							รวม (420)	ทดสอบ รวมหลังเรียน (30)
	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	เรื่องที่ 6	เรื่องที่ 7		
	(60)	(60)	(60)	(60)	(60)	(60)	(60)		
39	1921	1925	1919	1880	1862	1832	1834	13173	937
$\bar{x}$	49.30	19.36	49.20	18.20	47.70	46.97	47.00	337.77	24.03
S.D.	1.02	1.06	1.13	1.17	1.25	0.58	0.63	3.22	1.65
ประสิทธิภาพ								80.42 (E ₁)	80.09 (E ₂)

เมื่อกำหนดเรื่องที่ 1 ระยะห่างระหว่างจุดสองจุด เรื่องที่ 2 จุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด เรื่องที่ 3 ความชันของเส้นตรง เรื่องที่ 4 เส้นขนาน เรื่องที่ 5 เส้นตั้งฉาก เรื่องที่ 6 ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง และเรื่องที่ 7 ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด จากตารางที่ 13 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP คะแนนผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 80.42 และหลังเรียนเท่ากับ 80.09 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80

2. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนห้องที่ 1

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนห้องที่ 1 ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์

จำนวน นักเรียน	ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิต วิเคราะห์ระหว่างเรียน							รวม (21)	ทดสอบ รวมหลังเรียน (21)
	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	เรื่องที่ 6	เรื่องที่ 7		
	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)		
39	97	106	97	81	87	110	79	657	656
$\bar{x}$	2.49	2.72	2.49	2.08	2.23	2.82	2.03	16.85	16.82
S.D.	0.51	0.46	0.51	0.27	0.43	0.39	0.16	1.16	1.35
ประสิทธิภาพ								80.22 (E ₁)	80.10 (E ₂)

เมื่อกำหนดเรื่องที่ 1 ระยะห่างระหว่างจุดสองจุด เรื่องที่ 2 จุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด เรื่องที่ 3 ความชันของเส้นตรง เรื่องที่ 4 เส้นขนาน เรื่องที่ 5 เส้นตั้งฉาก เรื่องที่ 6 ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง และเรื่องที่ 7 ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด

จากตารางที่ 14 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP คะแนนผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียน เท่ากับ 80.22 และหลังเรียนเท่ากับ 80.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80

ผลการประเมินประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

1. การหาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนห้องที่ 1 ดังตารางที่ 15

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนห้องที่ 1 ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนห้องที่ 1

ความรู้ ความเข้าใจ	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	39	30	8.44	2.62	36.10*
หลังเรียน	39	30	25.26	1.46	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 15 ประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP คะแนนผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ห้องที่ 1 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การหาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนห้องที่ 1 ดังตารางที่ 16

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนห้องที่ 1 ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนห้องที่ 1

ทักษะกระบวนการ การแก้ปัญหา	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	39	21	8.54	2.00	19.95*
หลังเรียน	39	21	16.26	1.46	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 16 ประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP คะแนนผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างห้องที่ 1 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

1. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนห้องที่ 2

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนห้องที่ 2 ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์

จำนวน นักเรียน	ผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียน							รวม (420)	ทดสอบ รวมหลังเรียน (30)
	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	เรื่องที่ 6	เรื่องที่ 7		
	(60)	(60)	(60)	(60)	(60)	(60)	(60)		
31	1612	1616	1613	1601	1581	1552	1550	11125	756
$\bar{x}$	52	52.13	52.03	51.65	51	50.06	50	358.87	24.39
S.D.	1.187	0.851	1.20	1.14	1.03	2.73	0.73	8.86	1.58
ประสิทธิภาพ								81.38 (E ₁)	81.29 (E ₂)

เมื่อกำหนดเรื่องที่ 1 ระยะห่างระหว่างจุดสองจุด เรื่องที่ 2 จุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด เรื่องที่ 3 ความชันของเส้นตรง เรื่องที่ 4 เส้นขนาน เรื่องที่ 5 เส้นตั้งฉาก เรื่องที่ 6 ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง และเรื่องที่ 7 ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด

จากตารางที่ 17 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP คะแนนผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 80.42 และหลังเรียนเท่ากับ 80.09 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80

2. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนห้องที่ 2

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนห้องที่ 2 ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์หา ประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์

จำนวน นักเรียน	ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิต วิเคราะห์ระหว่างเรียน							รวม (21)	ทดสอบ รวมหลังเรียน (21)
	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	เรื่องที่ 6	เรื่องที่ 7		
	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)		
31	81	76	78	79	79	66	70	529	527
$\bar{x}$	2.61	2.45	2.52	2.55	2.55	2.13	2.26	17.06	17.00
S.D.	0.49	0.50	0.51	0.51	0.51	0.34	0.44	3.31	1.63
ประสิทธิภาพ								81.26 (E ₁)	80.95 (E ₂)

เมื่อกำหนดเรื่องที่ 1 ระยะห่างระหว่างจุดสองจุด เรื่องที่ 2 จุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด เรื่องที่ 3 ความชันของเส้นตรง เรื่องที่ 4 เส้นขนาน เรื่องที่ 5 เส้นตั้งฉาก เรื่องที่ 6 ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง และเรื่องที่ 7 ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด

จากตารางที่ 18 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP คะแนนผลการประเมินจากคะแนนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 81.26 และหลังเรียนเรียนเท่ากับ 80.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80

ผลการประเมินประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

1. การหาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนห้องที่ 2 ดังตารางที่ 19

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนห้องที่ 2 ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนห้องที่ 2

ความรู้ ความเข้าใจ	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	31	30	8.48	2.35	31.12*
หลังเรียน	31	30	24.39	1.58	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 19 ประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP คะแนนผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ห้องที่ 2 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2 การหาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนห้องที่ 2 ดังตารางที่ 20

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนห้องที่ 2 ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนห้องที่ 2

ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	31	21	8.65	2.51	17.70*
หลังเรียน	31	21	17.00	1.63	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 20 ประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP คะแนนผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างห้องที่ 2 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

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

บทย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (research and development) บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้มีความสอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้อง
2. เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP โดยนำประเด็นการศึกษาจากขั้นตอนที่ 1 มาเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP
3. เพื่อทดลองใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad : GSP กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และประเมินประสิทธิผลด้านความรู้ ความเข้าใจและทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย ได้แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เป็นการรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ได้ดำเนินการดังนี้

1.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ศึกษาตำรา วารสาร คู่มือครูและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม GSP ข้อมูลจากการสนทนา และสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การสนทนา การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ

1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ได้นำข้อมูลที่ได้จากการสนทนา และการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการมาเป็นประเด็นแนวทางในการศึกษา และพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP โดยการดำเนินการสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ และตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ได้ดำเนินการดังนี้

2.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ประชุมวางแผนกับคณะครูผู้สอน ประกอบด้วยครูผู้สอนกลุ่มในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อดำเนินการร่างแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการประสานกับผู้เชี่ยวชาญและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ตรวจสอบคุณภาพของแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP จากค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 3 การนำบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP ไปทดลองใช้และประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น ได้ดำเนินการดังนี้

3.1 การนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

3.1.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุทรีนวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2551 เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 กลุ่ม ประกอบด้วย 2 ห้องเรียน

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบ วัดความรู้ ความเข้าใจ และแบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

3.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ได้นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ และเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังการใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้การทดสอบที (t-test for dependent sample) ทดสอบความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สรุปผล

จากการพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน จากศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสนทนาและการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการของครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 4 คน สรุปประเด็นในการศึกษา ดังนี้

- จัดทำสื่อการเรียนการสอนที่มีความหลากหลายและเน้นการปฏิบัติจริง
- การนำโปรแกรม GSP เข้ามาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- ควรเน้นความเป็นรูปธรรมในการจัดสื่อการสอน เนื่องจากเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นนามธรรมยากต่อการอธิบายเห็นถึงความเป็นรูปธรรม
- การสร้างองค์ความรู้จากการพิสูจน์ และทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต
- นำโปรแกรม GSP มาสร้างสื่อการสอน

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ได้ดำเนินการสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ และตรวจสอบคุณภาพแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งพิจารณาจากความเหมาะสมและความสอดคล้ององค์ประกอบของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้โปรแกรม GSP จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 คน พบว่า

2.1 บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ระหว่าง 0.85 - 1.00 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ 0.70 ขึ้นไป

2.2 บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP โดยรวมมีความเหมาะสม สมอยู่ในระดับมาก เมื่อเทียบกับเกณฑ์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.86 – 5.00

ขั้นตอนที่ 3 การนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ไปทดลองใช้เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

3.1 ทดลองกับนักเรียนห้องที่ 1 ผู้วิจัยได้นำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 39 คน โรงเรียนสุทรีนวิทยา ประจำปีการศึกษา 2551 เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่วางไว้ สรุปผลได้ดังนี้

3.1.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP คะแนนผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 80.42 และหลังเรียนเท่ากับ 80.09 ส่วนคะแนนผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 80.22 และหลังเรียนเท่ากับ 80.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80

3.1.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP คะแนนผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 ทดลองกับนักเรียนห้องที่ 2 ผู้วิจัยได้นำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 31 คน โรงเรียนสุทรีนวิทยา ประจำปีการศึกษา 2551 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่วางไว้ สรุปผลได้ดังนี้

3.2.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP คะแนนผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 81.38 และหลังเรียนเท่ากับ 81.29 ส่วนคะแนนผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 81.26 และหลังเรียนเท่ากับ 80.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80

3.2.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP คะแนนผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่าง

ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จากการสนทนา และสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รวมทั้งการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ศึกษาตำรา วารสาร คู่มือครู และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน การออกแบบสื่อการสอน หลักการผลิตสื่อการสอน ทฤษฎีการเรียนรู้การสร้างองค์ความรู้ (constructivism) แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โปรแกรม GSP ทำให้สรุปประเด็นในการศึกษา ได้ดังนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตควรมีความหลากหลาย เน้นความเป็นรูปธรรม ฝึกปฏิบัติจริงด้วยตนเอง นั่นคือสามารถสืบเสาะ ตรวจสอบ และพิสูจน์ให้เห็นได้อย่างชัดเจน โดยสามารถนำโปรแกรม GSP มาช่วยในการสร้างและตรวจสอบสื่อการเรียนการสอนได้ นอกจากนั้นโปรแกรม GSP ยังเน้นให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเองและสามารถให้เห็นถึงความเป็นรูปธรรมของเนื้อหา นั้น ๆ ได้อีกด้วย ดังคำกล่าวของ นารี วงศ์ศิริโรจน์ (สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2550, จาก <http://www.blogth.com/blog/Science/Science/3081.html>) กล่าวว่า สามารถใช้ โปรแกรม GSP สร้างรูปเรขาคณิตจำนวนมากเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีต่างๆ ทั้งยังทบทวนได้ง่ายและบ่อยขึ้น การสอนด้วยโปรแกรม GSP จะทำให้นักเรียนได้สนุก เข้าใจได้เร็ว น่าตื่นเต้น นอกจากนี้การใช้โปรแกรม GSP สร้างสื่อการสอนและใบงาน ยังทำได้รวดเร็ว สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว มาใช้อธิบายเนื้อหาที่ยาก ๆ เช่นทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ ให้เป็นรูปธรรม และยังเน้นให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ผู้วิจัยเลือก เนื้อหาเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์มาพัฒนาเป็นบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP เนื่องจากเป็นเรื่องพื้นฐานที่นักเรียนในช่วงชั้นที่ 4 ทุกคนต้องเรียนรู้ จึงทำให้ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาในเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์มาพัฒนาเป็นเบื้องต้นก่อน อาจจะเป็นแนวทางในการขยายทำบทเรียนในเรื่องอื่นๆ ต่อไป ถ้าบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และถือว่าการยืนยันถึงความสามารถของโปรแกรม GSP ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอีกด้วย

ขั้นตอนที่ 2 จากประเด็นการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตควรมีความหลากหลาย เน้นความเป็นรูปธรรม ฝึกปฏิบัติจริงด้วยตนเอง สามารถสืบเสาะ ตรวจสอบ และพิสูจน์ให้เห็นได้อย่างชัดเจน โดยสามารถนำโปรแกรม GSP มาช่วยในการสร้าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยอาศัยประเด็นความต้องการดังกล่าว ซึ่งจากการสร้างแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ประเมินหาความสอดคล้อง พบว่า แบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ระหว่าง 0.85 -1.00 และการประเมินความเหมาะสมของแบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP พบว่าเมื่อเทียบกับเกณฑ์ โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.29$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 4 รายการ ได้แก่ รายการที่ 2 สารการเรียนรู้มีความเหมาะสม ($\bar{x} = 5.00$) รายการที่ 1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา ($\bar{x} = 4.71$) รายการที่ 2.1) โปรแกรม GSP มีความเหมาะสมในการพิสูจน์และสำรวจทางคณิตศาสตร์ ($\bar{x} = 4.71$) และรายการที่ 2.3) โปรแกรม GSP สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตวิเคราะห์ ($\bar{x} = 4.71$) นอกนั้นความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก นั้นหมายความว่าบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GSP มีความเหมาะสมตามเกณฑ์ สามารถที่จะนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพได้ เนื่องจากผู้วิจัยได้มีการศึกษาและทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ก่อนที่จะนำมาสร้างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จึงทำให้ได้แบบร่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความสอดคล้องและเหมาะสม สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ได้มีการนำแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์มาแล้ว จึงทำให้ได้แบบทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือ และสามารถที่จะนำไปใช้ได้ พบว่า จากการหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ มีแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 10 ข้อ ที่ต้องตัดทิ้ง คือ ข้อที่ 1,2,3, 5,6, 9, 11, 13,29 และข้อที่ 39 ดังนั้นจะมีแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ ที่สามารถจะนำไปใช้ในการวิจัยได้จริง ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ มีค่าเท่ากับ 0.87 ซึ่งเป็นผลจากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงเนื้อหาสาระและหลักการสร้างแบบทดสอบก่อนที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ส่วนแบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้คัดเลือกมาจากแบบ ทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์

ที่ผ่านการหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกมาแล้ว โดยเลือกมาเรื่องละ 1 ข้อ รวม 7 ข้อ ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถของการแสดงขั้นตอนการหาคำตอบ ตามหลักการของโพลยา

ขั้นตอนที่ 3 การนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ไปทดลองใช้ กับกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนห้องเรียนที่ 1 จำนวน 39 คน และห้องเรียนที่ 2 จำนวน 31 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุกรีรัตนวิทยา ประจำปีการศึกษา 2551 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่วางไว้ ซึ่งจากคะแนนผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ พบว่า ระหว่างเรียนเท่ากับ 80.42 และหลังเรียนเท่ากับ 80.09 ส่วนคะแนนผลการประเมินทักษะ กระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 80.22 และหลังเรียนเท่ากับ 80.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80 นอกจากคะแนนความรู้ ความเข้าใจและทักษะ กระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นผลจากการที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการสำรวจ และพิสูจน์ได้ จึงส่งผลให้บทเรียนเรขาคณิต วิเคราะห์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ สุนิดา วัฒนา (สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2551, จาก [http:// www. blogth. com/blog /Science/ Science /3081.html](http://www.blogth.com/blog/Science/Science/3081.html))

โรงเรียนประสาธน์ราษฎร์บำรุง เล่าว่า โปรแกรม GSP เป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนทางด้าน คณิตศาสตร์ คือ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อสร้างสื่อสำหรับการเรียนการสอนให้นักเรียนที่ไม่ ชอบวิชาคณิตศาสตร์ให้ความสนใจวิชานี้และเข้าใบบทเรียนมากขึ้น กาลินโด (Galindo. 1998 : 76-82) กล่าวว่า การใช้ GSP ช่วยในการสร้างรูปเรขาคณิตสำรวจความสัมพันธ์ของรูปเหล่านั้น ตั้งข้อาคเคา สมบัติต่าง ๆ และทดสอบข้อาคเคานั้น ๆ เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเรียนรู้การ ให้เหตุผลอย่างมีความหมาย ไม่ใช่การพิสูจน์แบบดั้งเดิมที่เขียนตามกันมา นักเรียนสามารถสร้าง ความเชื่อมโยงระหว่างการสร้างรูปโดยใช้ซอฟต์แวร์กับรูปทางเรขาคณิตตามความคิดที่ใช้ในการ พิสูจน์ได้จะเป็นผู้ที่เข้าใจเรขาคณิตได้อย่างลึกซึ้ง และจากการหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรขาคณิตวิเคราะห์จากนักเรียนห้องที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP มีคะแนนผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 81.38 และหลังเรียนเท่ากับ 81.29 ส่วนคะแนนผลการประเมินทักษะ กระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียนเท่ากับ 81.26 และหลังเรียนเท่ากับ 80.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80 จากผลการประเมินสามารถยืนยันถึงประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ ได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้เป็นผลจากการนำรูปแบบการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติจริง สามารถพิสูจน์ สำรวจ โดยใช้โปรแกรม GSP จึงทำให้

นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับ วรณวิภา สุทธเกียรติ (2542) ได้ศึกษา การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้มีลักษณะส่งเสริมให้นักเรียนคิดจินตนาการ เพิ่มพูนความรู้ทางเรขาคณิตด้วยการลงมือปฏิบัติเอง โดยการสำรวจ ตั้งข้อาคเดา และสืบเสาะหาเหตุผลตามความเหมาะสมเพื่อตรวจสอบข้อาคเดาที่ตั้งไว้ด้วยเป้าหมายที่ให้นักเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์การตัดสิน 70/70 จากการนำบทเรียนเรขาคณิตที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า บทเรียนเรขาคณิตมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์การตัดสิน 70/70 และทำให้คะแนนความรู้ ความเข้าใจและทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นอกจากบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่วางไว้ แล้วยังทำให้นักเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์มีประสิทธิภาพ นั่นคือ จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจและทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองห้องเรียน พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง และแสดงให้เห็นถึงความเป็นรูปธรรมในเนื้อหา จากการสำรวจ พิสูจน์ ได้ ซึ่งปรากฏผลดังที่ พรไพโรจน์ จันทร์ (2546) ได้ศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้สื่อ คอมพิวเตอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อำนาจ เชื้อบ่อคา (2547 : 30) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 48 คน ผลการวิจัย ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลาลงจากได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนได้รับการสอนด้วยโปรแกรม GSP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 รวมทั้งการนำหลักการแก้ปัญหามาเป็นแนวปฏิบัติ จึงทำให้นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง มีเหตุผล เป็นลำดับขั้นตอน และสามารถตรวจสอบได้ เพราะนักเรียนมีความรู้ความและเข้าใจในการใช้โปรแกรม GSP จึงสามารถที่จะนำมาใช้ในการพิสูจน์ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วปรากฏผลดังที่ ชอย (Choi. 1997 : 406 – A) ได้ศึกษา การเรียนรู้ทางเรขาคณิตของนักเรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือโดยใช้โปรแกรม GSP ผลการศึกษาพบว่า การใช้โปรแกรม GSP ช่วยให้การสร้างทางเรขาคณิต

มีประสิทธิภาพ ช่วยในกระบวนการแก้ปัญหา ส่งเสริมความสนใจของนักเรียน ช่วยให้เรียนเรื่องที่ยากซับซ้อนได้และประหยัดเวลาการเรียนรู้ ชิลิกาลิส (Shiligalis. 1998 : 162-165) ได้กล่าวถึงการนำ GSP มาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มพูนความรู้ที่หลากหลายของการหาคำตอบ โดยการใช้การสืบเสาะด้วยการเคลื่อนไหวของรูป ทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่าการใช้กระดาษและดินสอ ส่งผลให้นักเรียนสนุกต่อการเรียนรู้และเข้าใจถึงปัญหา

ดังนั้น จากการนำบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองห้องเรียน สรุปได้ว่า บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80 รวมทั้งนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP มีความรู้ ความเข้าใจและมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งสองห้องเรียน ซึ่งเป็นการยืนยันถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ การใช้โปรแกรม GSP ยังเป็นการเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ในการเรียนรู้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการส่งเสริมทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตอีกวิธีหนึ่ง โดยให้นักเรียนได้ฝึกและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ก็สามารถที่จะส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ควรมีการส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้โปรแกรม GSP ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนได้ฝึกและมีทักษะในด้านการสร้างสื่อด้วยตนเองอย่างแท้จริง
2. จากผลการวิจัยทำให้ครูผู้สอนได้ แนวทางในการสร้างสื่อหรือบทเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP ในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อให้เห็นถึงความเป็นรูปธรรมของเนื้อหาได้ชัดเจนมากขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ให้เกิดประโยชน์กับผู้เรียนมากที่สุด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนเนื้อหาอื่น ๆ ด้วย เช่น แคลคูลัส กราฟ เป็นต้น ซึ่งทั้งนี้วิธีการที่ใช้ในการพัฒนาอาจแตกต่างกันออกไป
2. ควรนำโปรแกรม GSP ไปใช้ในแขนงวิชาอื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ เพื่ออธิบายเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมให้มีความชัดเจนเห็นรูปธรรมได้มากขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมและความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้อง

3. ผลการวิจัยในครั้งนี้ เป็นเพียงการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเพียงโรงเรียนเดียว หากนำ
บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP ไปใช้ในโรงเรียนหรือสถานศึกษาอื่น ๆ ด้วย
ก็จะช่วยให้ได้ผลการพัฒนาที่น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- _____. (2545). สื่อการเรียนรู้. สืบค้นเมื่อ 18 พฤษภาคม 2552, [http:// ednet.kku.ac.th/~sumcha/212300/media5.html](http://ednet.kku.ac.th/~sumcha/212300/media5.html).
- _____. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมสามัญศึกษา. (2545). ผู้เรียนบุคคลแห่งการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ
- _____. (2548). การวัดและประเมินผลอิงมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กมล เว็สุวรรณ และนิตยา เว็สุวรรณ. (2540). แนวคิดการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนและแนวทางในการติดตั้งศูนย์วิทยบริการด้าน นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา สำหรับสายงานด้านมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทคอมแพคท์พริ้นท์ จำกัด.
- กรองกาญจน์ อรุณรัตน์. (2536). ชุดการเรียนการสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กิ่งแก้ว อารีรักษ์และคณะ. (2548). การจัดการความรู้โดยใช้รูปแบบหลากหลาย. กรุงเทพฯ : เมธีทิปส์.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2540). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟิก.
- จินตนา ไบกาซูยี. (2540). การเขียนสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ทิสนา แคมมณี. (2548). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. (พิมพ์ครั้งที่ 3) กรุงเทพฯ : คำนสุทธาการพิมพ์.

- นวนดา สงวนวงศ์ทอง. (2549). แนะนำให้ผู้รู้จักโปรแกรม Sketchpad. สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2550, จาก <http://www.ipst.ac.th/article/math/bar.html>.
- นารี วงศ์ลิโรจน์กุล. (2549). สสวท. ขวนครคณิตศาสตร์อบรม GSP ช่วงปิดเทอม. สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2550, จาก <http://www.blogth.com/blog/Science/Science/3081.html>.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2543). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ปานทอง กลานาดศิริ. (2543, มกราคม – มีนาคม). “ความเคลื่อนไหว.....เกี่ยวกับ NCTM : Principles and Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 2000” วารสาร สสวท. 28(108) : 14-22.
- พรไพโร เฝ้าอินทร์จันทร์. (2546). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง จ.สุพรรณบุรี. การศึกษาอิสระ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิมวันน์ ธรรมใจ. (2548). คู่มือการใช้งานโปรแกรม GSP 4.06 (Thai version) เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการเรขาคณิตแบบพลวัต. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2539). เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการสอน หน่วยที่ 9-15. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). การเรียนการสอนยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ : บพิตรการพิมพ์.
- ยุพเรศ หอมยา. (2542). การผลิตสื่อการสอนวิชาคอมพิวเตอร์พื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). สถิติวิทยาทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วรรณวิภา สุทธเกียรติ. (2542). การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้. คุษณินพนธ์ ปริญญาการศึกษาคุษณินบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วัชรสันต์ อินธิสาร. (2547). ผลของการพัฒนามโนทัศน์ ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer Sketchpad. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วัฒนา มณีวงศ์. (2542ก.). ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถทางการเรียนเรขาคณิต และเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัฒนาพร กระจับทุกษ์. (2542). แผนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ : แอล ที เพรส.
- วิชาการ, กรม. (2544). การวิเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2545). เอกสารเสริมสำหรับครู เรื่องกิจกรรมในห้องเรียนเพื่อพัฒนาความรู้เชิงปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2546). คู่มือการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ศรีเมืองการพิมพ์.
- _____. (2548). คู่มืออ้างอิง The Geometer' Sketchpad ซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์เรขาคณิตพลวัต. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมนึก ภัททิษณี. (2546). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. กทม. : ประสานการพิมพ์.
- สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2547). วารสารคณิตศาสตร์ ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ.
- สายชล ถิ่นชื่น. (2546). การสร้างแบบฝึกคณิตศาสตร์ เรื่องความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6). วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สิริพร ทิพย์คง. (2536). ทฤษฎีและวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุจิรา มุสิกะเจริญ. (2542). การเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานและความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้และไม่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภางค์ แจ่มสูงเนิน. (2549). ผลของการเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายเรื่อง เส้นตรง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

- ที่มีทักษะการแก้ปัญหาต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี.
- อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์. (2542). ผลของการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ 4 ชั้นที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อำนาจ เชื้อบ่อคา. (2547). ผลของการใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- สุสนา ทิพย์หมัด. (2548). การแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่าง การสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ในเครื่องคิดเลขเชิงกราฟกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- Choi, Sang Sook. (1997, August). "Student' Learning of Geometry. Using Computer Software as a Tool : Three case Studies" Dissertation Abstracts International. 58(2) : 406 – A.
- Galindo, E. (1998, January). " Assessing Justification and Proof in Geometry Classes Taught Using Dynamic Software" The Mathematics Teacher. 91 : 76 – 82.
- Lester, M.L. (1996). "The Effect of the Geometer' Sketchpad Software on Achievement of Geometric" Dissertation Abstracts International. 57 : 2343 – A.
- Ling. Shirley. (2004, October). Enhancing the Learning of conic with Technology. Dissertation Abstracts International. 1499-A.
- Shilgalis, T.W. (1998, February). "Finding Burried Treasures An : Application of the GSP" The Mathematics Teacher. 91 : 162 – 165.
- Wilson, Jame W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. In Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning : 643 – 696. New York : McGraw – Hill Book.
- Yousif, Adill Eltayeb. (1997) "The Effect of the GSP on the Attitude toward Geometry of High School Student" Dissertation Abstracts International. 58 : 1631 – A.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ในการตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสมของ
บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ในการตรวจสอบความสอดคล้องของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP

ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

1. นายบวรศักดิ์ มหะทักษกุล
ผู้อำนวยการ โรงเรียนสุทรินวิทยา อำเภอสุทริน จังหวัดนราธิวาส
2. นายบุญสร อ่อนแพง
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสุทรินวิทยา อำเภอสุทริน จังหวัดนราธิวาส
3. นายกนก ศิลาหม่อม
ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานราธิวาสเขต 2 อำเภอสุไหงโก-ลก
จังหวัดนราธิวาส

ด้านการใช้โปรแกรม GSP

1. นางชนิษฐา มะลี
ครูชำนาญการ โรงเรียนเวียงสุวรรณวิทยาคม อำเภอแว้ง จังหวัดนราธิวาส
2. นายบุญรัตน์ แก้วเพชร
ครูปฏิบัติการสอน โรงเรียนสุทรินวิทยา อำเภอสุทริน จังหวัดนราธิวาส

ด้านการวัดและประเมินผล

1. นางวรรณา สุขจิตร
ครูชำนาญการ โรงเรียนสุทรินวิทยา อำเภอสุทริน จังหวัดนราธิวาส
2. นางมณฑา สุวรรณประดิษฐ์
ครูปฏิบัติการสอน โรงเรียนสุทรินวิทยา อำเภอสุทริน จังหวัดนราธิวาส

ภาคผนวก ข
การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 8 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากการประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับ
จุดประสงค์ในแบบวัดความรู้ความเข้าใจ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้
โปรแกรม GSP โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	-1	+1	+1	+1	0.60	ไม่สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
20	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
23	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
24	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
25	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
26	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
31	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 9 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับ
เรขาคณิตวิเคราะห์

ข้อที่	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	ข้อที่	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
1	.80	.25	21	.30	.20
2	.80	.30	22	.65	.30
3	.23	.05	23	.63	.75
4	.78	.35	24	.65	.50
5	.53	-.15	25	.30	.40
6	.86	.05	26	.75	.40
7	.68	.25	27	.68	.55
8	.78	.25	28	.38	.35
9	.73	.00	29	.80	.40
10	.68	.45	30	.56	.50
11	.80	.20	31	.28	.25
12	.70	.20	32	.73	.25
13	.83	.25	33	.45	.30
14	.28	.35	34	.58	.25
15	.68	.55	35	.58	.25
16	.60	.50	36	.40	.30
17	.73	.35	37	.60	.30
18	.45	.70	38	.48	.45
19	.50	.40	39	.20	.10
20	.53	.45	40	.53	.35

ตารางที่ 10 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากแบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ
เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 12 การประเมินความเหมาะสมของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP
 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญใน ระดับความคิดเห็น					$\bar{x}$	S.D.	ผลการ พิจารณา
	5	4	3	2	1			
1. ความสอดคล้องกับองค์ประกอบใน แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
1) จุดประสงค์การเรียนรู้	5	2	-	-	-	4.71	10.85	มากที่สุด
2) สารการเรียนรู้	7	-	-	-	-	5.00	15.65	มากที่สุด
3) กิจกรรมการเรียนรู้	1	4	2	-	-	3.86	6.54	มาก
4) สื่อการเรียนรู้	2	4	1	-	-	4.14	7.01	มาก
5) การวัดผลและประเมินผล	-	6	1	-	-	3.86	10.48	มาก
6) เวลาที่ใช้	-	7	-	-	-	4.00	12.52	มาก
2. บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ที่สร้าง จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ The Geometer's Sketchpad								
1) องค์ประกอบของบทเรียน								
1.1) ข้อบทเรียนมีความสอดคล้อง กับเนื้อหา	3	4	-	-	-	4.43	8.50	มาก
1.2) คำชี้แจงมีความสอดคล้องกับ บทเรียน	2	4	1	-	-	4.14	7.01	มาก
1.3) เนื้อหามีความสอดคล้องกับ จุดประสงค์	1	5	1	-	-	4.00	8.32	มาก
1.4) กิจกรรม / แบบฝึกหัดมีความ สอดคล้องกับเนื้อหา	2	4	1	-	-	4.14	7.01	มาก
1.5) แบบทดสอบมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์	1	5	1	-	-	4.00	8.32	มาก

ตารางที่ 12 (ต่อ)

รายการ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญใน ระดับความคิดเห็น					$\bar{x}$	S.D.	ผลการ พิจารณา
	5	4	3	2	1			
2) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ <i>The Geometer's Sketchpad</i>								
2.1) มีความสอดคล้องในการพิสูจน์ และสำรวจทางคณิตศาสตร์	5	2	-	-	-	4.71	10.85	มากที่สุด
2.2) โปรแกรมมีความสอดคล้องกับ การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์	3	4	-	-	-	4.43	8.50	มาก
2.3) นำไปใช้ในการแก้ปัญหาทาง เรขาคณิตวิเคราะห์	5	2	-	-	-	4.71	10.85	มากที่สุด
3) กิจกรรมมีความสอดคล้องกับ ความสามารถของโปรแกรม GSP	4	2	1	-	-	4.43	8.38	มาก
4) ภาษาที่ใช้มีความสอดคล้องกับ เนื้อหา	1	5	1	-	-	4.00	8.32	มาก
5) สามารถนำไปใช้ในการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิต วิเคราะห์ให้มีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น	4	2	1	-	-	4.43	8.38	มาก
รวม						4.29	9.26	มาก

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เส้นตรง เรื่อง ระยะระหว่างจุดสองจุด

เวลา 2 ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

ถ้า $P_1(x_1, y_1)$ และ $P_2(x_2, y_2)$ เป็นจุดในระนาบระยะระหว่างจุด P_1 และ P_2 เท่ากับ

$$P_1P_2 = \sqrt{|x_1 - x_2|^2 + |y_1 - y_2|^2}$$

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

หาระยะระหว่างจุดสองจุดตามเงื่อนไขได้

ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องการหาระยะระหว่างจุดสองจุดได้

ด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถ

ทำความเข้าใจกับปัญหา

วางแผนแก้ปัญหา ตั้งข้อาคาดเดา

ดำเนินการแก้ปัญหาสืบเสาะ และให้เหตุผล

ตรวจสอบผลลัพธ์

ด้านคุณลักษณะ

ความรับผิดชอบ

การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

กระบวนการคิดและขั้นตอนการทำงาน

การใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์เสร็จตามกำหนด

ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม

3. สารการเรียนรู้

จุด ส่วนของเส้นตรง ระยะทาง หน่วยการวัด ระยะระหว่างจุดสองจุด

4. กิจกรรมการเรียนรู้

(ขั้นทบทวนความรู้เดิม)

1. ครูให้นักเรียนช่วยกันบอก จุด ส่วนของเส้นตรง ระยะทาง หน่วยการวัด ระยะระหว่างจุดสองจุด พร้อมทั้งยกตัวอย่าง การวัด สิ่งของต่าง ๆ ที่เป็นระยะจากจุดสองจุดที่มีในชีวิตประจำวัน

2. ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้รอบตัวเรื่องสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องวัดระยะระหว่างจุดสองจุด และให้นักเรียนเล่าการหาระยะระหว่างจุดสองจุดให้เพื่อน ๆ ฟัง

(ขั้นแสวงหาความรู้ใหม่/ขั้นศึกษาทำความเข้าใจข้อมูล/และขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจ)

3. นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ (เส้นตรง) จำนวน 30 ข้อ ซึ่งกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

4. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4 คน โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วย เด็กเก่ง เด็กปานกลาง และเด็กอ่อน โดยมีอัตราส่วน 1 : 2 : 1 ตามลำดับ แล้วแจกกระดาษ A 4 ที่ติดตารางกราฟ กลุ่มละ 3-4 แผ่น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษา พร้อมทั้งสรุปส่วนประกอบ การหาระยะระหว่างจุดสองจุด โดยครูกำหนดโจทย์ให้โดยยังไม่ใช้สูตร โดยใช้การวัด ด้วยไม้บรรทัด

5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาคู่มือวิธีการใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP หลังจากนั้นในแต่ละกลุ่มศึกษา เนื้อหา แบบฝึก และทำแบบทดสอบความเข้าใจจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องระยะระหว่างจุดสองจุด ซึ่งสร้างโดย โปรแกรม GSP เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการสร้างสรรค์ การสำรวจ และการวิเคราะห์เนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์

(ขั้นแสดงผลงาน)

6. สุ่มตัวแทนกลุ่ม 1 กลุ่มออกมานำเสนอวิธีการหาระยะห่างระหว่างจุดสองจุด โดยใช้สูตรคำนวณและใช้ โปรแกรม GSP โดยครูกำหนดโจทย์ให้ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนช่วยกันตรวจสอบ เสนอแนะและซักถามข้อสงสัย

(ขั้นสรุป/จัดระเบียบความรู้)

7. ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการหาระยะระหว่างจุดสองจุด ซึ่งมีวิธีการที่หลากหลาย ทั้งส่วนที่ใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวส่วนของเส้นตรง ที่ลากจากจุดหนึ่งไปยังอีก

จุดหนึ่ง หรือแม้แต่การใช้สูตรคำนวณ และสุดท้ายเป็นการสำรวจ สืบเสาะหาความรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง คือการใช้โปรแกรม GSP

(ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้)

8. นักเรียนนำความรู้เรื่อง การหาระยะระหว่างจุดสองจุด ไปหาระยะทางระหว่างจุดสองจุดในการเรียนวิชาอื่นๆ และในชีวิตประจำวัน

5. วัสดุ อุปกรณ์ สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. คู่มือวิธีการใช้บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ (เส้นตรง) ซึ่งสร้างโดยใช้โปรแกรม GSP
2. บทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ เรื่องระยะห่างระหว่างจุดสองจุด
3. แบบทดสอบก่อนเรียนเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์(เส้นตรง)
4. ไม้บรรทัด
5. เครื่องคอมพิวเตอร์ กลุ่มละ 1 เครื่อง
6. โปรเจคเตอร์ สำหรับนักเรียนนำเสนอ 1 เครื่อง

6. การวัดผลและประเมินผล

6.1 วิธีการวัด/สิ่งที่วัด

1. สังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม
2. สังเกตการณ์นำเสนอผลงานกลุ่ม
3. ตรวจผลงาน(แบบฝึกหัด แบบทดสอบความเข้าใจ)
4. แบบทดสอบก่อนเรียน
5. ประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

6.2 เครื่องมือวัด

1. แบบประเมินการทำงานกลุ่ม
2. แบบประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่ม
3. แบบประเมินผลงานรายบุคคล
4. แบบวัดความรู้ ความเข้าใจ
5. แบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

6.3 เกณฑ์การวัด

การวัด	เกณฑ์การประเมิน	เครื่องมือ
<u>1. สังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม</u> 1.1 ความรับผิดชอบ (4 คะแนน) 1.2 การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า (4 คะแนน) 1.3 กระบวนการคิดและขั้นตอนการทำงาน (4 คะแนน) 1.4 การใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์เสร็จตามกำหนด (4 คะแนน) 1.5 ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม (4 คะแนน)	ได้คะแนน 16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน	แบบประเมิน การทำงานกลุ่ม
<u>2. สังเกตการณ์นำเสนอผลงานกลุ่ม</u> 2.1 วิธีการนำเสนอ (4 คะแนน) 2.2 การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า (4 คะแนน) 2.3 เนื้อหาและภาษาที่ใช้ (4 คะแนน) 2.4 กระบวนการคิด (4 คะแนน) 2.5 ความร่วมมือในการทำงานและเวลา (4 คะแนน)	ได้คะแนน 16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน	แบบประเมิน การนำเสนอผลงานกลุ่ม
<u>3. ตรวจสอบงานรายบุคคล(แบบฝึกหัด ใบงาน แบบฝึกทักษะ)</u>	ถูกต้อง 80 %	แบบประเมินผลงาน รายบุคคล
<u>4. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา</u> ดี (3) มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและถูกต้องทุกขั้นตอน แสดงการให้เหตุผลหรือการพิสูจน์ ได้ชัดเจนพอใช้(2) มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอน และไม่สามารถอธิบายเหตุผล หรือการพิสูจน์ได้ชัดเจน ปรับปรุง (1) มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้เพียงบางส่วน ไม่ครบทุกขั้นตอน และไม่สามารถอธิบายเหตุผลหรือการพิสูจน์ได้ชัดเจน	ได้คะแนนเฉลี่ย 2.00 ขึ้นไป	แบบประเมินทักษะ กระบวนการแก้ปัญหา

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

8. ความเห็นของผู้บริหาร

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้บริหาร

(นายบวรศักดิ์ มหะสักกุล)

...../...../.....

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1.ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

2.สภาพปัญหา

.....

.....

3.แนวทางแก้ไข

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้สอน

(นางธัญญา ชูชาย)

...../...../.....

9. กำหนดจุด $P(5,1)$ และ $Q(8,k)$ เส้นตรงที่ผ่านจุดทั้งสองนี้มีความชันเท่ากับ $\frac{7}{3}$ แล้ว k

มีค่าเท่าใด

- ก. 4 ข. 6 ค. 7 ง. 8

จุดประสงค์ข้อที่ 4 นักเรียนสามารถหาเส้นขนาน เส้นตั้งฉากได้

10. เส้นตรงที่ผ่านจุดในข้อใดต่อไปนี้จะขนานกับเส้นตรงที่ผ่านจุด $(4,5)$ และ $(1,2)$

- ก. $(1,2), (-3,4)$ ข. $(2,8), (-2,4)$ ค. $(3,2), (-2,4)$ ง. $(4,8), (-2,5)$

11. เส้นตรงผ่านจุด $(k,7)$ และ $(-3,-2)$ ขนานกับเส้นตรงที่ผ่านจุด $(3,2)$ และ $(1,-4)$ แล้ว k

มีค่าเท่าใด

- ก. 0 ข. 1 ค. 2 ง. 3

12. ความชันของเส้นตรง N เท่ากับ $-\frac{5}{4}$ เส้นตรงที่ตั้งฉากกับเส้นตรง N มีความชันเท่าใด

- ก. $\frac{2}{3}$ ข. $-\frac{3}{4}$ ค. $\frac{4}{5}$ ง. $-\frac{5}{4}$

13. เส้นตรงผ่านจุด $(3,4)$ และ $(-3,-5)$ ความชันของเส้นตรงที่ตั้งฉากกับเส้นตรงนี้เท่ากับเท่าไร

- ก. $-\frac{3}{4}$ ข. $-\frac{2}{3}$ ค. $\frac{2}{3}$ ง. $\frac{3}{4}$

14. เส้นตรงที่ผ่านจุดใดต่อไปนี้จะตั้งฉากกับเส้นตรงที่ผ่านจุด $(-4,3)$ และ $(-1,2)$

- ก. $(1,2), (-3,4)$ ข. $(-2,3), (-1,7)$ ค. $(-3,-4), (2,3)$ ง. $(-1,2), (2,1)$

15. สมการเส้นตรงใดที่ตั้งฉากกับเส้นตรงที่เกิดจากการเชื่อมจุดของ $(-1,3)$ และ $(5,7)$

- ก. $3y - 2x - 8 = 0$ ข. $2y - 3x - 3 = 0$

- ค. $2y + 3x - 16 = 0$ ง. $3y + 2x - 19 = 0$

จุดประสงค์ข้อที่ 5 นักเรียนสามารถหาค่าของความชัน เส้นตั้งฉาก และเส้นขนานจากสมการเส้นตรงได้

16. สมการเส้นตรง $2x - 3y = 4$ มีค่าความชันเป็นเท่าใด

- ก. $\frac{1}{3}$ ข. $\frac{2}{3}$ ค. 1 ง. $\frac{4}{3}$

17. จากโจทย์ข้อ 16 จุดที่เส้นตรงตัดแกน y คือจุดใด

- ก. $(0, -\frac{3}{4})$ ข. $(0, -\frac{4}{3})$ ค. $(0, \frac{3}{4})$ ง. $(0, \frac{4}{3})$

18. สมการเส้นตรง $x - 4y = -5$ ตัดแกน x ที่จุดใด

- ก. $(-2,0)$ ข. $(-3,0)$ ค. $(-4,0)$ ง. $(-5,0)$

19. สมการเส้นตรง $8x - 2y = 6$ ตัดแกน y ที่จุดใด

- ก. $(-3,0)$ ข. $(0,-3)$ ค. $\left(\frac{1}{3},0\right)$ ง. $\left(0,-\frac{1}{3}\right)$

20. สมการเส้นตรง $3x - 4y = 12$ ซึ่งมีระยะตัดแกน x คือสมการใด

- ก. $3x - 12y - 4 = 0$ ข. $2x - y = 10$
ค. $y - 4x = 8$ ง. $3x - 4y - 12 = 0$

21. เส้นตรงใดไม่ขนานกับเส้นตรง $y = 3x + 2$

- ก. $3x - y - 4 = 0$ ข. $2y = 6x + 2$
ค. $y = -\frac{x}{3} - 4$ ง. $-3x + y = 2$

22. จงหาว่าจุด $(1,1)$, $(4,4)$ และ $(9,-1)$ เป็นจุดยอดของสามเหลี่ยมชนิดใด

- ก. รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ข. รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว
ค. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ง. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากหน้าจั่ว

23. เส้นตรงใดตั้งฉากกับเส้นตรง $5y = x - 7$

- ก. $y - 5x + 3 = 0$ ข. $y + 5x - 8 = 0$
ค. $3x - 2y + 12 = 0$ ง. $3y = 2x - 6$

24. เส้นตรงใดไม่ตั้งฉากกับเส้นตรง $x - 4y + 7 = 0$

- ก. $2x - 8y + 14 = 0$ ข. $4x + y - 6 = 0$
ค. $y + 4x = -2$ ง. $8x + 2y = 7$

จุดประสงค์ข้อที่ 6 นักเรียนสามารถหาระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด และระยะห่างระหว่างเส้นตรงคู่ขนานได้

25. ระยะห่างระหว่างเส้นตรง $3x + 4y = 10$ กับจุด $(-2,-1)$ เท่ากับเท่าไร

- ก. 2 ข. 3 ค. 4 ง. 5

26. ระยะห่างระหว่างเส้นตรง $4x + 3y - 8 = 0$ กับจุด $(0,6)$ เท่ากับเท่าไร

- ก. 2 ข. 3 ค. 4 ง. 5

27. จุดใดที่มีระยะห่างกับเส้นตรง $6x + 8y + 16 = 0$ เท่ากับ 10 หน่วย

- ก. $(-1,1)$ ข. $(-6,6)$ ค. $(6,6)$ ง. $(6,7)$

28. ระยะห่างระหว่างเส้นตรง $y = 1$ กับจุด $(-1,1)$ เท่ากับเท่าไร

- ก. 0 ข. 1 ค. 2 ง. หาค่าไม่ได้

29. ระยะห่างระหว่างเส้นตรง $6x - 8y + 4 = 0$ กับจุด $(2, -3)$ เท่ากับเท่าไร

- ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4

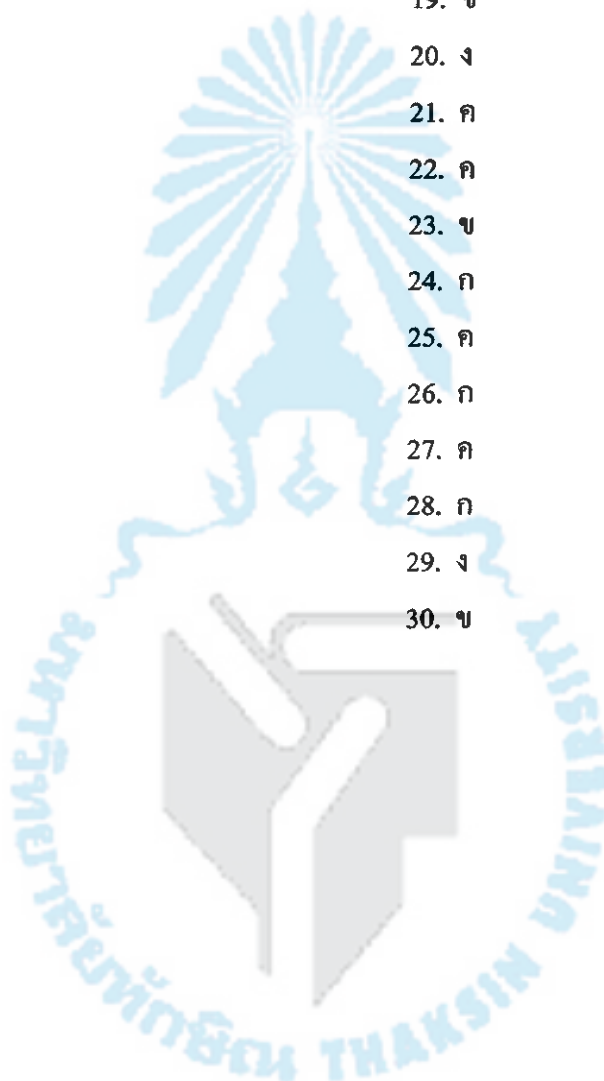
30. ระยะห่างระหว่างเส้นคู่ขนาน $5x + 12y - 15 = 0$ กับ $10x - 24y + 9 = 0$ เท่ากับเท่าไร

- ก. 1.00 ข. 1.50 ค. 2.00 ง. 2.50



เฉลยข้อสอบ

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



แบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์
รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำตามขั้นตอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหา (รู้ว่าโจทย์ให้อะไรมาบ้างและต้องการให้หาอะไร) (2 คะแนน)
2. วางแผนในการแก้ปัญหา (เขียนสูตร สมการได้ถูกต้อง) (3 คะแนน)
3. ดำเนินการแก้ปัญหา (แทนค่าในสูตร และแสดงวิธีการหาเป็นลำดับขั้นตอน ชัดเจน และหาคำตอบได้ถูกต้อง) (3 คะแนน)
4. ตรวจสอบผลลัพธ์ (ตรวจคำตอบได้ถูกต้อง) (2 คะแนน)

.....

แบบประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์

1. วงกลมวงหนึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(3,4)$ และผ่านจุด $(6,8)$ รัศมีของวงกลมนี้เท่ากับเท่าไร
2. เมื่อ C เป็นจุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรง P_1P_2 ถ้า C มีพิกัด $(5,6)$ และ P_2 มีพิกัด $(15,-4)$ P_1 มีพิกัดเท่าใด
3. ค่า x เท่ากับข้อใด เมื่อเส้นตรงผ่านจุด $P(5,2)$ และ $Q(x,6)$ มีความชันเท่ากับ 4 หน่วย
4. เส้นตรงผ่านจุด $(k,7)$ และ $(-3,-2)$ ขนานกับเส้นตรงที่ผ่านจุด $(3,2)$ และ $(1,-4)$ แล้ว k มีค่าเท่าใด
5. จงหาความชันของเส้นตรงที่ขนานกับเส้นตรง $x + 2y + 12 = 0$
6. จงหาความชันของเส้นตรงที่ตั้งฉากกับเส้นตรง $3x - 2y + 12 = 0$
7. จงหาระยะห่างระหว่างเส้นตรง $4x + 3y - 8 = 0$ กับ จุด $(0,6)$

เฉลย

1. วงกลมวงหนึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (3,4) และผ่านจุด (6,8) รัศมีของวงกลมนี้เท่ากับเท่าไร

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 โจทย์กำหนดวงกลมวงหนึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (3,4) และผ่านจุด (6,8)

ขั้นที่ 2 สูตร $AB = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$

ขั้นที่ 3 แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} AB &= \sqrt{(3-6)^2 + (4-8)^2} \\ &= \sqrt{(-3)^2 + (-4)^2} \\ &= \sqrt{9+16} \\ &= \sqrt{25} \\ &= 5 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 4 ดังนั้นรัศมีของวงกลมวงนี้มีค่าเท่ากับ 5 หน่วย

ตอบ

2. เมื่อ C เป็นจุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรง P_1P_2 ถ้า C มีพิกัด (5,6) และ P_2 มีพิกัด (15,-4) P_1 มีพิกัดเท่าใด

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 โจทย์กำหนดให้ C เป็นจุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรง P_1P_2 C มีพิกัด (5,6)

P_2 มีพิกัด (15,-4) โจทย์ให้หาพิกัด P_1

ขั้นที่ 2 สูตร $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2}{2}, \bar{y} = \frac{y_1 + y_2}{2}$ เมื่อ $(\bar{x}, \bar{y})$ เป็นจุดกึ่งกลาง

ขั้นที่ 3 แทนค่าในสูตร

$$5 = \frac{x_1 + 15}{2}, 6 = \frac{y_1 + (-4)}{2}$$

$$5 \times 2 = x_1 + 15, 6 \times 2 = y_1 + (-4)$$

$$10 - 15 = x_1, 12 + 4 = y_1$$

$$-5 = x_1, 16 = y_1$$

ขั้นที่ 4 ดังนั้น P_1 มีพิกัดเท่ากับ (-5,16)

ตอบ

3. ค่า x เท่ากับข้อใด เมื่อเส้นตรงผ่านจุด $P(5,2)$ และ $Q(x,6)$ มีความชันเท่ากับ 4 หน่วย

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 เส้นตรงผ่านจุด $P(5,2)$ และ $Q(x,6)$ โจทย์ให้หาค่า x

ขั้นที่ 2 ใช้สูตร $m = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}$

ขั้นที่ 3 แทนค่าในสูตร

$$4 = \frac{2-6}{5-x_2}$$

$$4(5-x_2) = -4$$

$$20 - 4x_2 = -4$$

$$-4x_2 = -4-20$$

$$x_2 = \frac{-24}{-4} = 6$$

ขั้นที่ 4 ดังนั้น x_2 มีค่าเท่ากับ 6

ตอบ

4. เส้นตรงผ่านจุด $(k,7)$ และ $(-3,-2)$ ขนานกับเส้นตรงที่ผ่านจุด $(3,2)$ และ $(1,-4)$ แล้ว k มีค่าเท่าใด

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 เส้นตรงผ่านจุด $(k,7)$ และ $(-3,-2)$ ขนานกับเส้นตรง $(3,2)$ และ $(1,-4)$ โจทย์ให้หาค่าของ k

ขั้นที่ 2 ใช้สูตร $m = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}$

ขั้นที่ 3 แทนค่าในสูตร

$$m = \frac{7-(-2)}{k-(-3)}, m = \frac{2-(-4)}{3-1}$$

$$m = \frac{9}{k+3}, m = \frac{6}{2} = 3$$

$$\text{จะได้ } 3 = \frac{9}{k+3}$$

$$3(k+3) = 9$$

$$3k+9 = 9$$

$$3k = 0$$

$$k = 0$$

ขั้นที่ 4 ดังนั้น k มีค่าเท่ากับ 0

ตอบ

5. จงหาความชันของเส้นตรงที่ขนานกับเส้นตรง $x + 2y + 12 = 0$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 โจทย์กำหนด เส้นตรงมาให้ 1 เส้น จะต้องหาความชันของเส้นตรงนี้

ขั้นที่ 2 ใช้สูตร $y = mx + c$

ขั้นที่ 3 แทนค่าในสูตร

$$\text{จากสมการ } x + 2y + 12 = 0$$

$$\text{จัดสมการให้อยู่ใน รูป } y = mx + c$$

$$\text{จะได้ } y = -\frac{1}{2}x - 6$$

ขั้นที่ 4 ดังนั้น ความชันของเส้นตรงที่ขนานกับเส้นตรง $x + 2y + 12 = 0$

$$\text{มีค่าความชันเท่ากับ } -\frac{1}{2}$$

ตอบ

6. จงหาความชันของเส้นตรงที่ตั้งฉากกับเส้นตรง $3x - 2y + 12 = 0$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 โจทย์กำหนด เส้นตรงมาให้ 1 เส้น จะต้องหาความชันของเส้นตรงนี้

ขั้นที่ 2 ใช้สูตร $y = mx + c$

ขั้นที่ 3 แทนค่าในสูตร

$$\text{จากสมการ } 3x - 2y + 12 = 0$$

$$\text{จัดสมการให้อยู่ใน รูป } y = mx + c$$

$$\text{จะได้ } y = \frac{3}{2}x - 6$$

ขั้นที่ 4 ดังนั้น ความชันของเส้นตรงที่ตั้งฉากเส้นตรง $3x - 2y + 12 = 0$

$$\text{มีค่าความชันเท่ากับ } -\frac{2}{3}$$

ตอบ

7. จงหาระยะห่างระหว่างเส้นตรง $4x + 3y - 8 = 0$ กับ จุด $(0,6)$

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 โจทย์กำหนด เส้นตรงมาให้ 1 เส้น และจุด 1 จุด โจทย์ให้หา ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุดนี้

ขั้นที่ 2 ใช้สูตร $d = \frac{|Ax_1 + By_1 + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$

ขั้นที่ 3 แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} d &= \frac{|(4)(0) + (3)(6) + (-8)|}{\sqrt{4^2 + 3^2}} \\ &= \frac{|18 + (-8)|}{\sqrt{25}} \\ &= \frac{10}{5} \\ &= 2 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 4 ดังนั้นระยะห่างระหว่างเส้นตรง $4x + 3y - 8 = 0$ กับ จุด $(0,6)$

มีค่าเท่ากับ 2 หน่วย

ตอบ



ภาคผนวก ง

ผลการวิจัย

การประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม
GSP จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ของนักเรียน
ห้องที่ 1

ผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิต วิเคราะห์ระหว่างเรียน							รวม ระหว่าง เรียน	ประสิทธิภาพ ระหว่างเรียน	หลัง เรียน	ประสิทธิภาพ หลังเรียน
50	50	50	47	46	47	48	338	80.48	22	73.33
48	50	49	47	46	47	47	334	79.52	23	76.67
48	49	48	48	46	48	47	334	79.52	20	66.67
48	50	49	47	49	47	47	337	80.24	24	80.00
50	49	50	46	46	47	47	335	79.76	21	70.00
48	49	48	47	46	48	47	333	79.29	23	76.67
50	48	49	46	46	47	47	333	79.29	24	80.00
49	48	49	47	46	48	47	334	79.52	24	80.00
47	50	48	48	50	46	48	337	80.24	25	83.33
48	49	49	48	49	47	47	337	80.24	24	80.00
48	50	48	48	49	46	48	337	80.24	25	83.33
48	50	49	48	47	47	48	337	80.24	25	83.33
50	50	51	50	48	47	46	342	81.43	22	73.33
49	51	52	50	47	48	47	344	81.90	25	83.33
50	51	51	50	48	47	46	343	81.67	24	80.00
49	50	49	48	47	46	46	335	79.76	26	86.67
48	50	49	47	49	48	48	339	80.71	21	70.00
50	49	47	48	49	47	47	337	80.24	23	76.67
50	49	47	48	49	47	47	337	80.24	23	76.67
49	49	48	47	48	46	47	334	79.52	20	66.67
51	51	50	48	49	46	47	342	81.43	26	86.67
50	51	50	50	50	47	46	344	81.90	25	83.33
50	50	50	49	48	47	47	341	81.19	24	80.00
51	52	50	49	49	46	47	344	81.90	26	86.67
49	49	50	49	47	47	47	338	80.48	24	80.00
50	49	49	47	47	47	47	336	80.00	26	86.67
50	49	50	48	47	47	46	337	80.24	23	76.67
49	49	49	49	47	47	47	337	80.24	24	80.00
49	49	50	48	48	47	47	338	80.48	24	80.00

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียน							รวม ระหว่าง เรียน	ประสิทธิ ภาพระหว่าง เรียน	หลังเรียน	ประสิทธิ ภาพ หลังเรียน
50	48	50	48	48	46	46	336	80.00	24	80.00
50	51	50	50	49	47	47	344	81.90	26	86.67
50	48	51	48	48	47	46	338	80.48	24	80.00
48	48	49	49	46	48	48	336	80.00	25	83.33
49	49	49	51	48	47	48	341	81.19	25	83.33
48	49	47	50	49	47	48	338	80.48	26	86.67
49	48	49	48	46	47	47	334	79.52	26	86.67
50	48	49	48	48	47	47	337	80.24	24	80.00
50	48	48	48	48	47	47	336	80.00	26	86.67
51	48	49	48	49	47	47	339	80.71	25	83.33
1921	1925	1919	1880	1862	1832	1834	13173	3136.43	937.00	3123.33
49.30	19.36	49.20	18.20	47.70	46.97	47.00	337.77	80.42	24.03	80.09
1.02	1.06	1.13	1.17	1.25	0.58	0.63	3.22	0.77	1.65	5.49
ประสิทธิภาพ ระหว่างเรียน								80.42	ประสิทธิ ภาพ หลังเรียน	80.09

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนห้องที่ 1

ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิต วิเคราะห์ระหว่างเรียน							รวม ระหว่าง เรียน	ประสิทธิภาพ ระหว่างเรียน	หลัง เรียน	ประสิทธิ ภาพ หลังเรียน
2	2	2	2	3	2	2	15	71.43	19	90.48
2	2	2	2	2	3	2	15	71.43	18	85.71
2	2	2	2	2	3	2	15	71.43	18	85.71
2	3	3	2	2	3	2	17	80.95	17	80.95
3	3	3	2	2	3	2	18	85.71	19	90.48
2	3	2	2	2	3	2	16	76.19	15	71.43
3	2	3	2	2	3	2	17	80.95	16	76.19
3	2	3	2	2	3	2	17	80.95	15	71.43
2	3	2	2	3	3	2	17	80.95	16	76.19
2	3	3	2	2	3	2	17	80.95	18	85.71
3	2	2	2	3	3	2	17	80.95	19	90.48
2	3	3	2	2	3	2	17	80.95	19	90.48
3	3	2	2	2	3	2	17	80.95	16	76.19
2	3	3	2	2	3	2	17	80.95	19	90.48
3	3	2	2	2	3	2	17	80.95	17	80.95
3	3	2	2	2	3	2	17	80.95	17	80.95
2	3	3	2	2	3	2	17	80.95	18	85.71
3	3	2	2	2	3	2	17	80.95	16	76.19
3	3	2	2	2	3	2	17	80.95	17	80.95
2	3	2	2	2	3	2	16	76.19	15	71.43
3	3	3	2	3	3	2	19	90.48	17	80.95
3	3	3	2	2	3	2	18	85.71	17	80.95
2	2	2	2	2	3	2	15	71.43	15	71.43
3	3	3	2	3	3	2	19	90.48	18	85.71
2	3	3	2	2	3	2	17	80.95	15	71.43
3	3	2	2	2	3	2	17	80.95	17	80.95

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ เรขาคณิตวิเคราะห์ระหว่างเรียน							รวม ระหว่าง เรียน	ประสิทธิภาพ ระหว่างเรียน	หลังเรียน	ประสิทธิภาพ หลังเรียน
3	3	3	2	2	3	2	18	85.71	17	80.95
2	3	2	2	2	3	2	16	76.19	15	71.43
2	3	2	2	2	3	2	16	76.19	16	76.19
3	2	3	2	2	3	2	17	80.95	15	71.43
2	3	2	3	3	3	2	18	85.71	18	85.71
3	2	3	2	2	3	2	17	80.95	15	71.43
2	2	3	2	2	3	2	16	76.19	16	76.19
3	3	3	3	3	2	3	20	95.24	18	85.71
2	3	2	3	3	2	2	17	80.95	17	80.95
3	2	3	2	2	2	2	16	76.19	18	85.71
2	3	2	2	2	2	2	15	71.43	15	71.43
2	3	2	2	2	2	2	15	71.43	17	80.95
3	3	3	2	3	2	2	18	85.71	16	76.19
97	106	97	81	87	110	79	657	3128.57	656	3123.81
2.49	2.72	2.49	2.08	2.23	2.82	2.03	16.85	80.22	16.82	80.10
0.51	0.46	0.51	0.27	0.43	0.39	0.16	1.16	5.52	1.35	6.45
ประสิทธิภาพ ระหว่างเรียน								80.22	ประสิทธิภาพ หลังเรียน	80.10

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนห้องที่ 1

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

ตารางที่ 15 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผลการประเมินความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
24	14	24
25	13	24
26	7	26
27	8	26
28	5	24
29	11	24
30	5	24
31	8	26
32	10	24
33	8	25
34	13	25
35	12	26
36	8	26
37	9	24
38	6	26
39	6	25
รวม	329	985
$\bar{x}$	8.44	25.26
S.D.	2.62	1.46

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนห้องที่ 1

นักเรียนคนที่	ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตวิเคราะห์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	7	19
2	6	18
3	12	18
4	6	17
5	11	19
6	7	15
7	9	15
8	5	15
9	8	16
10	6	18
11	7	19
12	10	19
13	7	15
14	9	19
15	8	15
16	5	15
17	7	15
18	5	15
19	9	15
20	8	15
21	7	17
22	11	15
23	9	15

ตารางที่ 16 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตวิเคราะห์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
24	12	15
25	9	15
26	7	17
27	10	17
28	8	15
29	11	15
30	9	15
31	11	17
32	10	15
33	8	16
34	12	16
35	11	17
36	9	17
37	10	15
38	9	17
39	8	16
รวม	333	634
$\bar{x}$	8.54	16.26
S.D.	2.00	1.46

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม
GSP จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ของนักเรียน
ห้องที่ 2

ผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียน							รวม ระหว่าง เรียน	ประสิทธิภาพ ระหว่างเรียน	หลังเรียน	ประสิทธิภาพ หลังเรียน
53	53	54	51	52	49	49	361	81.86	26	86.67
51	53	53	50	52	49	49	357	80.95	24	80.00
53	53	54	51	52	49	49	361	81.86	21	70.00
51	52	53	50	51	50	50	357	80.95	23	76.67
51	52	52	54	49	53	51	362	82.09	24	80.00
52	51	52	54	51	52	51	363	82.31	23	76.67
50	51	52	53	50	53	50	359	81.41	24	80.00
51	51	53	54	51	37	50	347	78.68	22	73.33
51	52	53	51	52	52	50	361	81.86	24	80.00
52	53	53	51	52	53	50	364	82.54	24	80.00
51	54	53	51	52	52	51	364	82.54	24	80.00
52	54	53	51	52	53	51	366	82.99	25	83.33
52	52	51	51	50	50	50	356	80.73	24	80.00
52	53	52	52	51	50	50	360	81.63	22	73.33
52	53	50	51	51	51	50	358	81.18	24	80.00
53	52	52	51	52	50	51	361	81.86	26	86.67
50	51	50	52	50	50	50	353	80.05	24	80.00
51	52	51	52	50	49	49	354	80.27	24	80.00
50	51	50	52	50	50	50	353	80.05	26	86.67
51	51	50	52	50	50	50	354	80.27	25	83.33
54	52	53	49	53	50	50	361	81.86	26	86.67
53	52	52	51	52	50	51	361	81.86	26	86.67
53	52	53	51	51	50	50	360	81.63	26	86.67
53	51	54	51	52	50	50	361	81.86	25	83.33
54	52	51	53	49	50	51	360	81.63	25	83.33
52	52	52	52	50	49	49	356	80.73	26	86.67
54	53	52	52	51	50	50	362	82.09	26	86.67
53	52	51	52	50	50	49	357	80.95	28	93.33
53	52	51	52	51	50	49	358	81.18	24	80.00

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับระบาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียน							รวม ระหว่าง เรียน	ประสิทธิภาพ ระหว่างเรียน	หลังเรียน	ประสิทธิภาพ หลังเรียน
51	52	52	52	50	51	51	359	81.41	24	80.00
53	52	51	52	52	50	49	359	81.41	21	70.00
1612	1616	1613	1601	1581	1552	1550	11125	2522.68	756	2520.00
52	52.1	52	51.6	51	50.1	50	358.87	81.38	24.39	81.29
1.183	0.85	1.2	1.14	1.03	2.73	0.73	8.8626	0.89	1.58	5.28
ประสิทธิภาพระหว่างเรียน								81.38	ประสิทธิภาพ หลังเรียน	81.29

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนห้องที่ 2

ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ เรขาคณิตวิเคราะห์ระหว่างเรียน							รวม ระหว่าง เรียน	ประสิทธิภาพ ระหว่างเรียน	หลังเรียน	ประสิทธิภาพ หลังเรียน
3	3	3	3	2	2	2	18	85.71	19	90.48
2	3	2	2	3	3	2	17	80.95	16	76.19
3	3	3	3	3	3	2	20	95.24	15	71.43
2	2	2	2	2	2	2	14	66.67	15	71.43
3	3	2	3	3	2	2	18	85.71	16	76.19
3	2	2	3	3	2	3	18	85.71	17	80.95
2	3	3	2	2	2	2	16	76.19	16	76.19
3	2	3	3	3	2	2	18	85.71	16	76.19
2	2	3	3	3	2	2	17	80.95	17	80.95
3	3	3	3	2	2	2	18	85.71	17	80.95
2	3	3	3	3	2	3	19	90.48	18	85.71
3	3	3	3	3	2	3	20	95.24	19	90.48
2	2	2	2	2	2	2	14	66.67	16	76.19
3	2	3	3	3	2	2	18	85.71	18	85.71
3	3	3	2	3	2	2	18	85.71	16	76.19
3	2	3	2	3	2	3	18	85.71	17	80.95
2	2	2	2	2	2	2	14	66.67	16	76.19
3	2	3	2	2	3	3	18	85.71	16	76.19
2	2	2	2	2	2	2	14	66.67	19	90.48
2	2	2	2	2	2	2	14	66.67	16	76.19
3	2	3	3	3	2	2	18	85.71	19	90.48
2	3	2	3	3	2	3	18	85.71	19	90.48
3	3	2	3	2	2	2	17	80.95	19	90.48
3	2	3	3	3	2	2	18	85.71	16	76.19
3	3	2	3	3	2	2	18	85.71	16	76.19
2	2	3	2	2	3	2	16	76.19	19	90.48

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ เรขาคณิตวิเคราะห์ระหว่างเรียน							รวม ระหว่าง เรียน	ประสิทธิภาพ ระหว่างเรียน	หลังเรียน	ประสิทธิภาพ หลังเรียน
3	3	3	3	3	2	2	19	90.48	19	90.48
3	2	2	2	2	2	3	16	76.19	20	95.24
3	2	2	2	2	2	3	16	76.19	16	76.19
2	3	2	3	3	2	2	17	80.95	16	76.19
3	2	2	2	2	2	2	15	71.43	13	61.90
81	76	78	79	79	66	70	529	2519.05	527	2509.52
2.61	2.45	2.52	2.55	2.55	2.13	2.26	17.06	81.26	17	80.95
0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.34	0.44	3.31	8.33	1.63	7.78
ประสิทธิภาพระหว่างเรียน								81.26	ประสิทธิภาพ หลังเรียน	80.95

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิผลของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP จากผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนห้องที่ 2

นักเรียนคนที่	ผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	8	26
2	8	24
3	12	21
4	8	23
5	5	24
6	5	23
7	5	24
8	14	22
9	8	24
10	7	24
11	8	24
12	6	25
13	7	24
14	6	22
15	6	24
16	10	26
17	11	24
18	9	24
19	11	26
20	7	25
21	7	26
22	8	26
23	12	26

ตารางที่ 19 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผลการประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
24	7	25
25	10	25
26	8	26
27	13	26
28	9	28
29	8	24
30	10	24
31	10	21
รวม	263	756
$\bar{x}$	8.48	24.38
S.D.	2.35	1.58

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม
GSP จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตวิเคราะห์
ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนห้องที่ 2

นักเรียนคนที่	ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตวิเคราะห์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	12	19
2	9	16
3	10	15
4	8	15
5	7	16
6	10	17
7	9	16
8	8	16
9	7	17
10	9	17
11	13	18
12	9	19
13	7	16
14	8	18
15	6	16
16	12	17
17	11	16
18	14	16
19	12	19
20	7	16
21	8	19
22	5	19
23	8	19

ตารางที่ 20 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตวิเคราะห์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
24	7	16
25	6	16
26	4	19
27	10	19
28	12	20
29	9	16
30	6	16
31	5	13
รวม	268	527
$\bar{x}$	8.65	17.00
S.D.	2.51	1.63

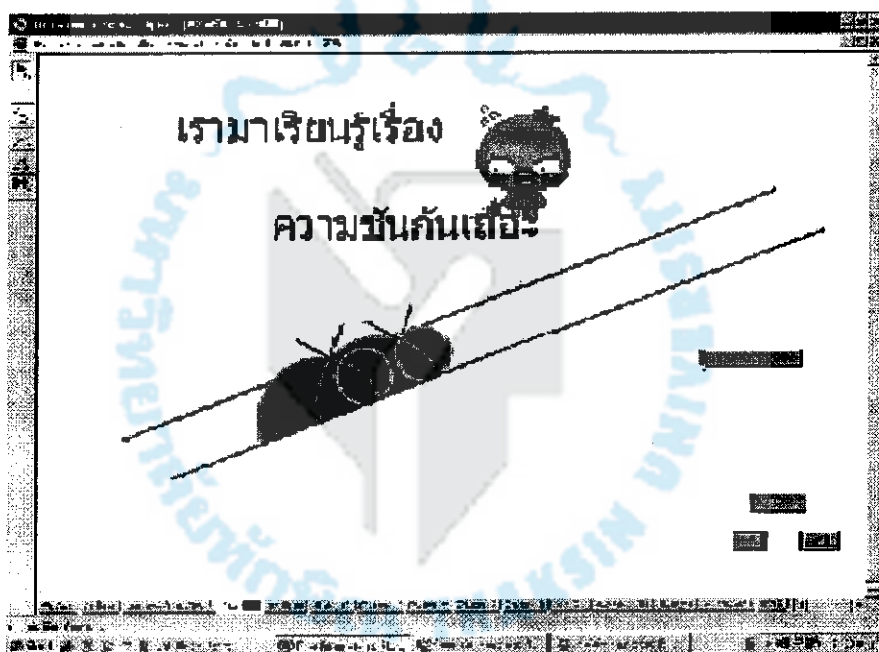


ภาคผนวก จ

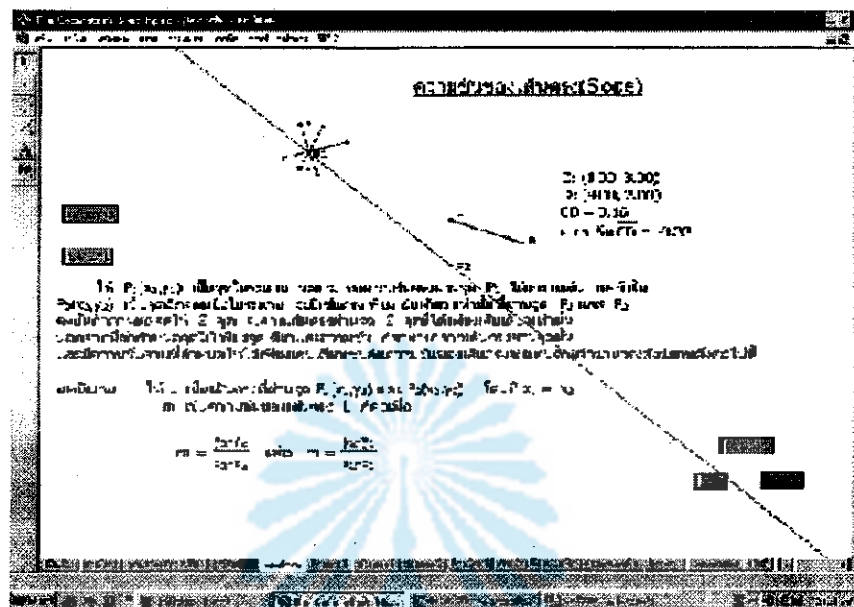
ตัวอย่างบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GSP



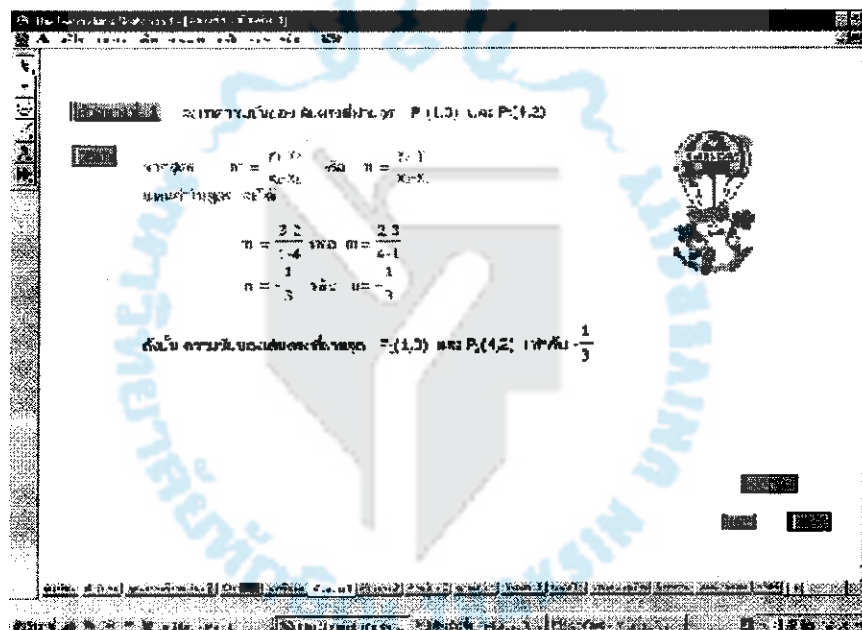
ภาพที่ 22 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์



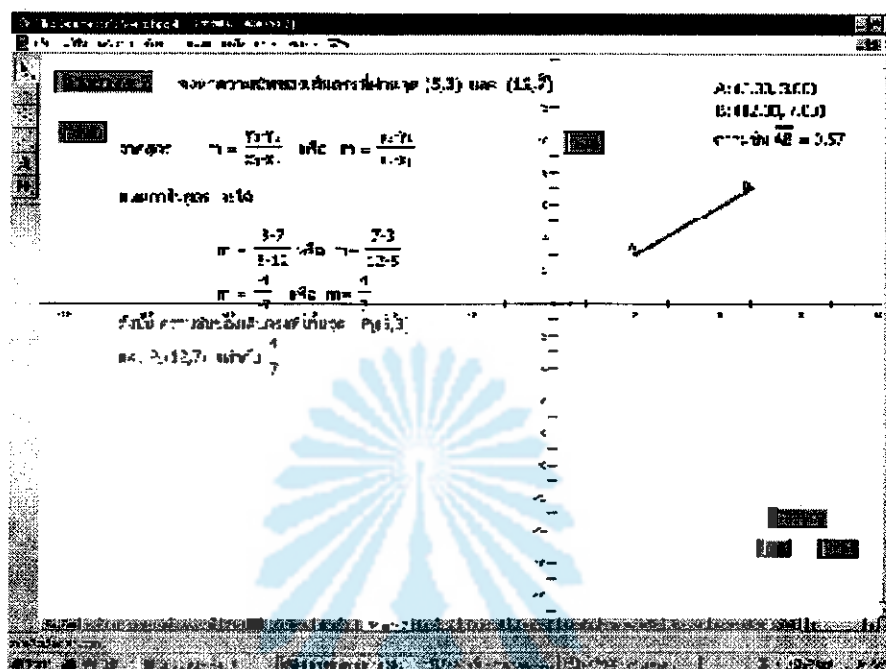
ภาพที่ 23 หน้าเตรียมพร้อมของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์



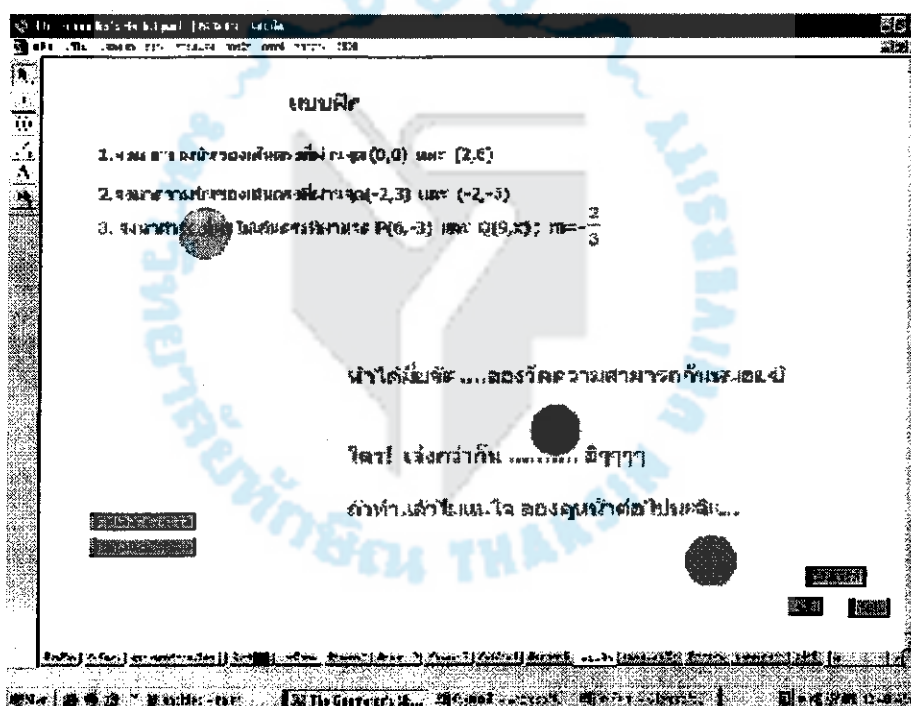
ภาพที่ 24 หน้าเนื้อหาของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์



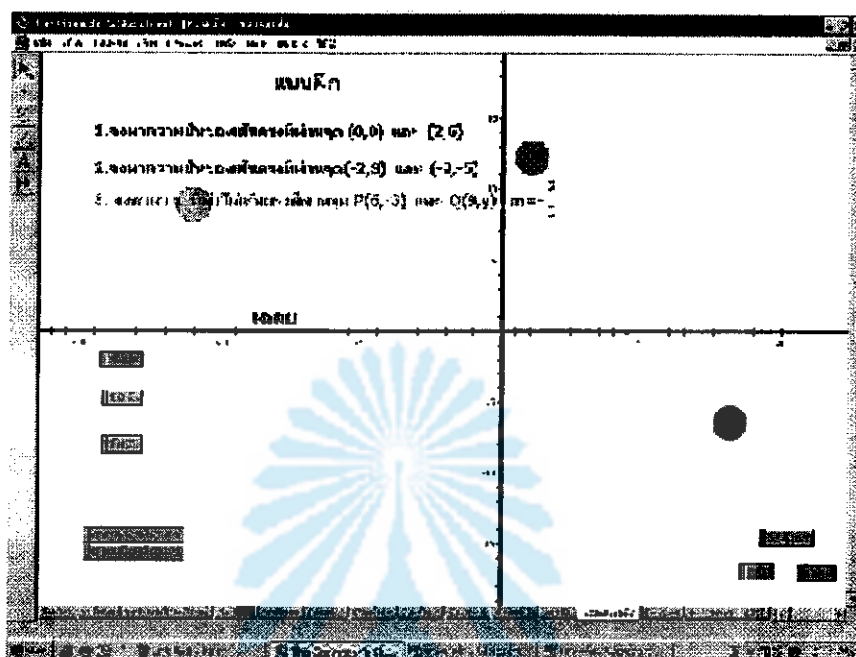
ภาพที่ 25 หน้าตัวอย่างของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์



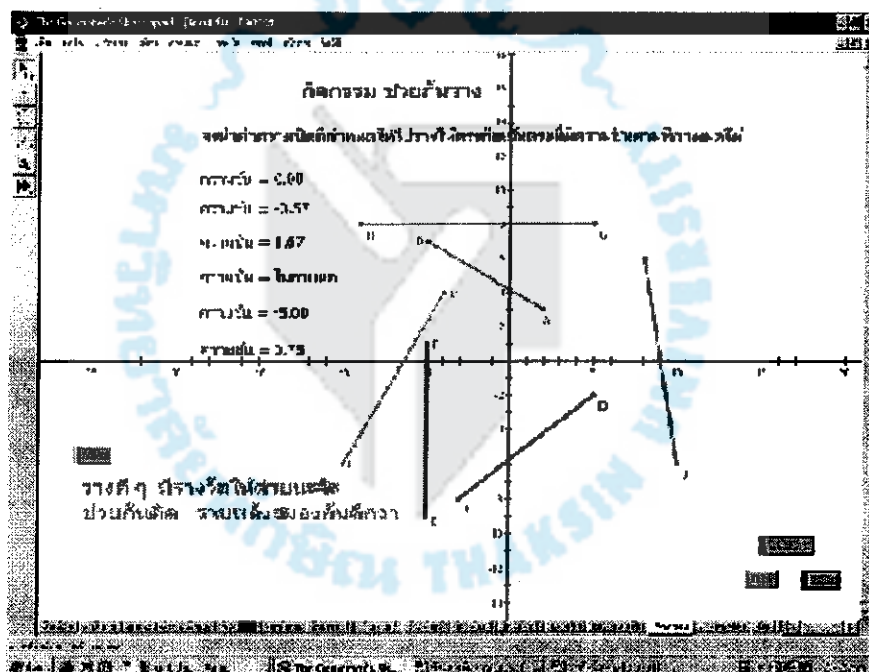
ภาพที่ 26 หน้าตัวอย่างของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์



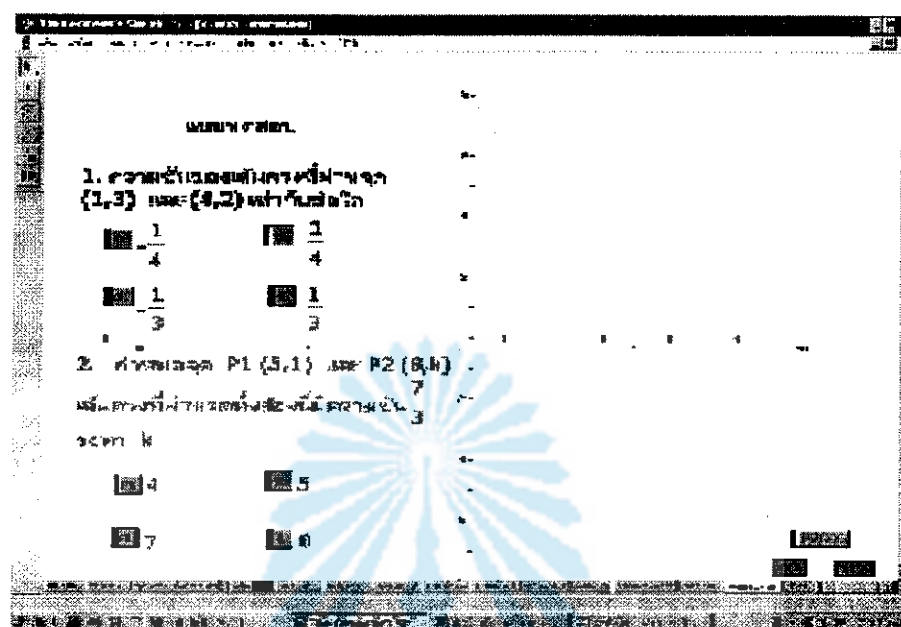
ภาพที่ 27 หน้าแบบฝึกของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์



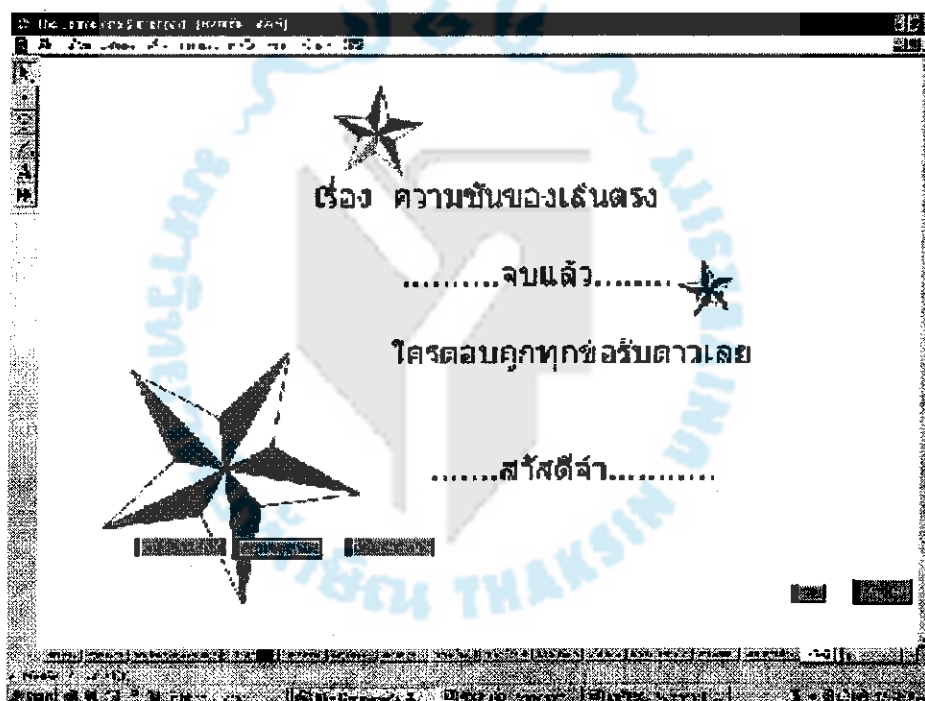
ภาพที่ 28 หน้าเฉลยแบบฝึกของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์



ภาพที่ 29 หน้ากิจกรรมของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์



ภาพที่ 30 หน้าแบบทดสอบของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์



ภาพที่ 31 หน้าจบการนำเสนอของบทเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	นางรัชฎ์ชญา ชูชาย
วัน เดือน ปีเกิด	17 พฤษภาคม 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดนราธิวาส
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	235 หมู่ที่ 2 ตำบลสุคีริน อำเภอสุคีริน จังหวัดนราธิวาส รหัสไปรษณีย์ 96190
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	ครูโรงเรียนสุคีรินวิทยา ตำบลสุคีริน อำเภอสุคีริน จังหวัดนราธิวาส รหัสไปรษณีย์ 96190
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2544	ครุศาสตรบัณฑิต (กบ.) สาขาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏยะลา
พ.ศ. 2551	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมิน มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดสงขลา