

กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น
โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วันชัชมา ปานากาเซ็ง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ตุลาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

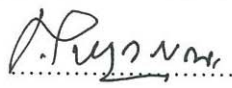
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ วันชัชมา ปานากาแข็ง ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ภคพงศ์พันธุ์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.รักพร ดอกจันทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธาน
(ดร.ช.ชง พวงสุวรรณ)



..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ภคพงศ์พันธุ์)


..... กรรมการ
(ดร.รักพร ดอกจันทร์)


..... กรรมการ
(ดร.วนิดา พงษ์ศักดิ์ชาติ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อำพล ธรรมเจริญ)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ ศรีสุข)

วันที่ 16 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2560

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา
จาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ภคพงศ์พันธุ์ และ ดร.รักพร ดอกจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.ช.ชง พวงสุวรรณ ดร.วนิดา พงษ์ศักดิ์ชาติ และรองศาสตราจารย์ ดร.อำพล ธรรมเจริญ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากท่านผู้บริหารและได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากคณะครูและนักเรียน โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา ทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในการทำวิทยานิพนธ์ และขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยให้กำลังใจและคำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดให้มีโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษาในการวิจัยและทุนการศึกษาตลอดหลักสูตรนี้ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาครั้งนี้ไปได้ด้วยดี

ท้ายสุดนี้ คุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา และครอบครัวที่อุทิศกำลังใจด้วยความห่วงใย ตลอดจน ครู อาจารย์ ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

วันศุกร์ ปานากาเซ็ง

56920121: สาขาวิชา: คณิตศาสตร์ศึกษา; วท.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)

คำสำคัญ: ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์/ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

วันชัลดมา ปานากาเซ็ง: กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (MATHEMATICAL LEARNING ACTIVITIES BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY ON LINEAR PROGRAMMING USING THE GEOMETER'S SKETCHPAD PROGRAM FOR MATHAYOMSUKSA 5 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: อภิสิตี ภคพงศ์พันธุ์, Ph.D, รักรพร ดอกจันทร์, Ph.D. 140 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์และหาค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนคณะราษฎร - บำรุง จังหวัดยะลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 34 คน โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการ ทดลองคือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้ โปรแกรม GSP แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น และแบบวัดความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิง เส้น โดยใช้โปรแกรม GSP โดยแบบแผนการวิจัยนี้เป็นแบบ One - Group Pretest - Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ ดัชนีประสิทธิผล และ t - test for Dependent Samples

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัค - ตวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.6136

2. นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอน - สตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP อยู่ในระดับมากขึ้นไป

56920121: MAJOR: MATHEMATICS EDUCATION; M.Sc. (MATHEMATICS EDUCATION)

KEYWORDS: CONSTRUCTIVIST THEORY / THE GEOMETER'S SKETCHPAD PROGRAM

WANSALMA PANAKASENG: MATHEMATICAL LEARNING ACTIVITIES BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY ON LINEAR PROGRAMMING USING THE GEOMETER'S SKETCHPAD PROGRAM FOR MATHAYOMSUKSA 5 STUDENTS.

ADVISORY COMMITTEE: APISIT PAKAPONGPUN, Ph.D., RAKPORN DOKCHAN, Ph.D. 140 P. 2017.

The purpose of this research were to study of mathematical learning achievement and effectiveness index on "Linear Programming" of Mathayomsuksa 5 students by mathematical learning activities based on constructivist theory using The Geometer's Sketchpad program and to study of the student's satisfaction to the mathematical learning activities based on Constructivist theory on "Linear Programming" using The Geometer's Sketchpad program for Mathayomsuksa 5 students.

The sample consisted of 34 Mathayomsuksa 5/2 students of Kanarassadornbamroong Yala school in second semester of 2015 academic year. The research instruments included Learning Management Plans based on Constructivist theory on "Linear Programming" using The Geometer's Sketchpad program, mathematical learning achievement test and a satisfaction scale. The One - Group Pretest - Posttest Design was used for this study. Percentage, effectiveness index and t - test for Dependent Samples were used to analyze the data.

The results were as follows:

1. Mathematical learning achievement for Mathayomsuksa 5 students after attending learning activities based on Constructivist theory using The Geometer's Sketchpad program on "Linear Programming" was higher than 60% criterion statistically significance at .05 level and the effectiveness index mathematics achievement was 0.6136.

2. The satisfaction of Mathayomsuksa 5 students to the mathematical learning activities based on Constructivist theory on "Linear Programming" using The Geometer's Sketchpad program were at a high level or above.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
บทที่	
1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
หลักสูตรคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	10
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์.....	16
สื่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์.....	30
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	35
ดัชนีประสิทธิผล.....	40
ความพึงพอใจ.....	41
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	44
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	60
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	60
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	60
การออกแบบการวิจัย.....	61
เครื่องมือในการวิจัย.....	62
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	62
วิธีดำเนินการวิจัย.....	67

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
4 ผลการวิจัย.....	69
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
5 สรุปและอภิปรายผล.....	75
สรุปผลการวิจัย.....	76
อภิปรายผล.....	77
ข้อเสนอแนะ.....	78
บรรณานุกรม.....	83
ภาคผนวก.....	92
ภาคผนวก ก.....	93
ภาคผนวก ข.....	97
ภาคผนวก ค.....	123
ภาคผนวก ง.....	134
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	140

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงแบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest – Posttest Design.....	61
2	แสดงสาระการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้.....	63
3	แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 60.....	70
4	ผลการศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นรายกลุ่ม.....	71
5	แสดงค่าร้อยละของความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรมโดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	72
ค - 1	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP.....	124
ค - 2	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	126
ค - 3	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	128
ค - 4	ค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น	130
ค - 5	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP	132
ง - 1	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	135

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ง - 2	คะแนนแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	138

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษานับเป็นเครื่องมือสำคัญต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ซึ่งเป็นทรัพยากรอันมีค่า และมีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ แต่ผลจากการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ของเด็กไทย ทั้งจากการประเมินภายใน เช่น ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-Net) หรือจากการประเมินภายนอก เช่น โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) หรือผลการประเมินที่ปรากฏในรายงานประจำปีของ World Economic Forum หรือจากการประเมินโดยกลุ่มบริษัท Pearson บริษัทชั้นนำของโลกที่เป็นสำนักพิมพ์ตำราทางวิชาการ ผลที่ออกมามีลักษณะที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ การศึกษาไทยกำลังมีปัญหาในหลาย ๆ ด้าน นักการศึกษาไทยในอดีตได้พยายามปฏิรูปการศึกษาด้วยการสร้างหลักสูตรใหม่ แต่ผลการศึกษาของไทยก็ยังไม่ดีขึ้น เพราะทุกครั้งที่มีการปรับปรุงหลักสูตรใหม่ แต่กระบวนการจัดการเรียนการสอนยังคงเหมือนเดิม ดังนั้น ความท้าทายของการพัฒนาการศึกษาไทยจึงไม่ได้ขึ้นอยู่กับหลักสูตรเพียงอย่างเดียว แต่อยู่ที่ครูและกระบวนการจัดการเรียนการสอนด้วย ครูต้องมีบทบาทเป็นผู้จัดการชั้นเรียนมากกว่าเป็นผู้สอน ครูต้องเป็นผู้สนับสนุนและสร้างบรรยากาศให้เกิดการเรียนรู้ มีความสนใจใฝ่รู้สิ่งใหม่ ๆ และพัฒนาตนเองตลอดเวลา โดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีก้าวหน้า ส่งผลให้เกิดความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ผู้คนสามารถเข้าถึงองค์ความรู้ได้ในทุกสถานที่และทุกเวลา ครูในยุคนี้ต้องสามารถจัดสรรองค์ประกอบให้ผู้เรียน มีเครื่องมือหรือทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้อย่างครบถ้วน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาใช้ได้ทันที่ รวมถึงมีความสามารถในการถ่วงดุลความต้องการของความรู้ที่ได้รับมา ดังนั้น การพัฒนาการศึกษาของประเทศจึงต้องเน้นในเรื่องทักษะการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ การเรียนรู้สิ่งใหม่ได้เองด้วยระยะเวลาอันสั้นและใช้ต้นทุนการเรียนรู้ต่ำ

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาความเจริญก้าวหน้าของประเทศชาติทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและพัฒนาคนให้แก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล บรรพต สุวรรณประเสริฐ (2544, หน้า 83) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการปลูกฝังอบรมให้ผู้เรียนมีความรู้ มีทักษะในการคิดคำนวณ และมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล ซึ่งความคิดเห็นดังกล่าวสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 123) ที่กล่าวไว้สรุปได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญ แต่การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็ยังเป็นปัญหาสำหรับครูและนักเรียนมาโดยตลอด ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขึ้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-Net) รายวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2556 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 25.45 คะแนน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ย 20.48 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งทั้งระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 คะแนนลดลงจากปีการศึกษา 2555 และถึงแม้ในปีการศึกษา 2557 นี้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นจากปีการศึกษา 2556 คือ มีคะแนนเฉลี่ย 21.74 ก็ตาม แต่เมื่อวิเคราะห์ในภาพรวมพบว่าในทุก ๆ ปีนั้น ผลที่ออกมามักจะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นั่นคือเด็กไทยมีความรู้ต่ำกว่ามาตรฐาน โดยเฉพาะรายวิชาคณิตศาสตร์ คะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก เนื่องจากยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานผลโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) พบว่า ผลการประเมินคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนปี พ.ศ.2554 ลดลงจากปี พ.ศ.2550 (สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความล้มเหลวของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศไทย ดังนั้น การที่นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ รวมถึงการไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ ไม่สนใจเรียน จึงเป็นปัญหาที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขจากทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

การศึกษาไทยในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังเป็นระบบที่ฟังจากครูอย่างเดียว ไม่มีการแลกเปลี่ยนกันหรือมีน้อยมาก นักเรียนสนใจใฝ่หาความรู้ด้วยตนเองน้อย ทำให้ไม่กล้าคิดหรือแสดงความคิดเห็น คิดไม่เป็น วิเคราะห์ไม่เป็น กอปรกับการประเมินผลส่วนใหญ่ในโรงเรียนที่เน้นการสอบโดยอาศัยความจำเป็นหลัก ทำให้นักเรียนท่องจำเพียงอย่างเดียว องค์กรความรู้ที่ได้เป็นเพียงความรู้ระยะสั้นหรือชั่วคราว เมื่อเวลาผ่านไป นักเรียนจึงไม่สามารถระลึกถึงเนื้อหาหรือสิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์มาก่อนได้ ซึ่งความคงทนในการเรียนนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งและสำคัญมากสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ เพราะธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ต้องอาศัยความรู้เดิมเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้เนื้อหาในระดับสูงที่มีความต่อเนื่องและซับซ้อนขึ้นไป

ตามลำดับ จากปัญหาทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเองเป็นหลัก เพราะความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิด โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ปรากฏในช่วงความจำระยะยาว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้ โดยได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นแนวคิดที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาโดยอาศัยความรู้เดิมเป็นฐาน เมื่อสร้างความรู้ใหม่แล้ว ครูผู้สอนจะเป็นผู้ตรวจสอบหรือประเมินความรู้ใหม่ เมื่อเกิดความเข้าใจชัดเจนและพอใจกับความรู้นั้นแล้วผู้เรียนจึงนำความรู้ไปใช้ได้

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรม ผู้วิจัยจึงได้นำโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกสั้น ๆ ว่า “โปรแกรม GSP” มาออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ตำรวจข้อคาดการณ์ เพื่อค้นพบคำตอบด้วยตัวเอง ช่วยให้การสอนคณิตศาสตร์เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ซึ่งนักคณิตศาสตร์มีความเห็นตรงกันว่าโปรแกรม GSP เป็นโปรแกรมที่มีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้อง เรขาคณิต การแปลง และกราฟ ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้โดยการสังเกต ตำรวจ ข้อคาดการณ์ และตรวจสอบเพื่อหาข้อสรุป เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน มีเจตคติที่ดีและช่วยให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นด้วย สอดคล้องกับผลการวิจัยของนักวิจัยหลายท่าน ดังเช่น สุธีรา แก้วบุญเรือง (2555) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง พัฒนาทักษะของการนิรนัยหรือภาพเคลื่อนไหวของกระบวนการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น รวมทั้งสามารถสร้างความเข้าใจในปัญหาที่กระจัดกระจายเป็นรูปธรรม สุทธาภรณ์ ต้นสินนท์ (2554) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงต้องนำเทคโนโลยีเข้ามาพัฒนาประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ซึ่งโปรแกรม GSP เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสอนเรขาคณิตได้อย่างมีประสิทธิภาพช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เรขาคณิตที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมมากขึ้น คำกล่าวนี้ได้รับการสนับสนุนโดยนัยนา บุญสมร (2550) ที่กล่าวว่า การสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากโปรแกรมมีลักษณะสำคัญคือกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ ตื่นเต้น และสามารถทำความเข้าใจหรือหาคำตอบด้วยตนเอง และสมจิตร บุญเทียม (2553) ก็ได้กล่าวในทำนองเดียวกันคือ โปรแกรมจีเอสพี (GSP) เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและเป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการจินตนาการภาพและทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา อีกทั้งยังสามารถนำเสนอ

ภาพเคลื่อนไหว (Animation) มาใช้อธิบายเนื้อหาหายาก ๆ ให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ตลอดจนเน้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตนเองได้จากบทเรียนปฏิบัติการที่สร้างขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นประกอบกับประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน คณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา และจากการสอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ถึงปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ส่งผลต่อการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่า หลักสูตรโรงเรียนยังมีหลายหน่วยการเรียนรู้ที่เรียนภายหลังจากการสอบตรงของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ คือเรียนในภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา เช่น แคลคูลัสและกำหนดการเชิงเส้น ทำให้นักเรียนมีเนื้อหาความรู้ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสอบไม่ครบถ้วน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ซึ่งอยู่ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 6 ค 33202 โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน โดยนำมาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยหวังว่าผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้อันเป็นประโยชน์ต่อการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติ - วิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

2. ค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอน - สตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่า 0.5

3. นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องได้นำไปใช้ในการพิจารณาเลือกวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนของครูผู้สอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. เป็นสารสนเทศสำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ในการใช้และพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ และรูปแบบการเรียนรู้ประกอบโปรแกรม GSP อันจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3. เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความต้องการและความสามารถของนักเรียนต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 15 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 สาขาวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ 7 ห้องเรียน (ไม่รวมห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์) จำนวน 258 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 ห้องเรียน ซึ่งเรียนรายวิชาเพิ่มเติมและเป็นห้องเรียนที่จัดนักเรียนเข้าเรียนแบบคละความสามารถทุกห้องเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับฉลากมา 1 ห้องเรียนจาก 7 ห้องเรียน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 34 คน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการ

เชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัด
ยะลา พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ได้แก่

- 3.1 กราฟของอสมการเชิงเส้น
- 3.2 กราฟของระบบอสมการเชิงเส้น
- 3.3 การแก้ปัญหาที่กำหนดการเชิงเส้นโดยวิธีใช้กราฟ

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยการทดสอบก่อน
เรียน 2 คาบ และดำเนินการสอนโดยใช้คาบกิจกรรม 10 คาบ และทดสอบหลังเรียน 2 คาบ รวม
ทั้งสิ้น 14 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

5. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

5.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎี
คอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP

5.2.2 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติ -
วิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP

นิยามศัพท์เฉพาะ

กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น
โดยใช้โปรแกรม GSP นี้มีนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เชื่อว่า ความรู้ใหม่ที่จะนำไปใช้
ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นนั้นขึ้นอยู่กับอิทธิพลของความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนและถ่ายโยง
(transfer) จากประสบการณ์และ โครงสร้างเดิมไปสู่โครงสร้างใหม่ทางปัญญา โดยมีสาระสำคัญ
ที่ว่า ความรู้ไม่ใช่มาจากการสอนของครูหรือผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่ความรู้จะเกิดขึ้นและสร้างขึ้น
โดยผู้เรียนเอง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง (Learning by
doing) นอกจากนั้นยังมองไปถึงพัฒนาการของผู้เรียนในการเรียนรู้ซึ่งจะมีมากกว่าการ ได้ลง
มือปฏิบัติสิ่งใดสิ่งหนึ่งเท่านั้น แต่ยังรวมถึงปฏิกริยาระหว่างความรู้ในตัวของผู้เรียนเอง
ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมภายนอก นั้นหมายความว่า ผู้เรียนจะสามารถเก็บข้อมูลจาก
สิ่งแวดล้อมภายนอกและเก็บเข้าไปเป็น โครงสร้างของความรู้ภายในสมองของตนเอง ขณะเดียวกัน

ก็สามารถเอาความรู้ภายในที่ตนเองมีอยู่แล้วแสดงออกมาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ ซึ่งจะเกิดเป็นวงจรต่อไปเรื่อย ๆ ได้

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นการเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้สร้างความรู้ใหม่จากความรู้และประสบการณ์เดิมที่ได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม นักเรียนจะได้ศึกษา สำรวจ คิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย แล้วทดลองนำวิธีการแก้ปัญหานั้นไปทดลองใช้ แล้วปรับปรุงวิธีการให้ดีขึ้น นักเรียนได้ฝึกการสร้างองค์ความรู้ และให้เหตุผลด้วยตัวนักเรียนเอง นักเรียนจะเป็นผู้กระตือรือร้นสร้างความรู้ด้วยตนเองแทนการรับฟังความรู้จากครู นักเรียนจะเป็นผู้หลอมความรู้ใหม่ ๆ ที่ได้รับกับความรู้เดิมซึ่งผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านมาแล้วนำมาปรับขยายเป็นความรู้ใหม่โดยการคิดอย่างละเอียดและลึกซึ้ง โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะและให้ความช่วยเหลือ นักเรียนจะค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเองและนำความรู้ไปใช้อย่างแท้จริง ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน 2) ชี้นสอน ได้แก่ 2.1) เสนอสถานการณ์ปัญหาและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล 2.2) ใ้ใคร่ตรองระดับกลุ่มย่อย 2.3) เสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น 3) ชี้นสรุป 4) ชี้นฝึกทักษะและนำไปใช้ 5) ชี้นประเมินผล

3. โปรแกรม GSP หมายถึง ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่มีรูปแบบพลวัต คือมีการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวตลอดจนเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้สร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่าย เขียนกราฟต่าง ๆ และสามารถเลื่อน หมุน ยืด หดได้ ทำให้นักเรียนสามารถสืบเสาะ ค้นหาเหตุผล และคาดเดาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad version 5.06 ในการเขียนกราฟ เพื่อให้นักเรียนสามารถสืบเสาะ ค้นหาเหตุผลและข้อสรุปได้ด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการเตรียมความพร้อมก่อนเริ่มเรียนโดยการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทบทวนความรู้เดิม สนทนาโดยใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงไปยังความรู้ที่จะสอน

4.2 ชี้นสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนใช้ไฟล์สำเร็จรูปที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากโปรแกรม GSP ในการสำรวจค่าต่าง ๆ ที่ได้

4.3 ชี้นตั้งข้อคาดเดา เป็นขั้นที่มีข้อความคำถามให้นักเรียนตอบ โดยนักเรียนต้องพิจารณาจากกิจกรรมในขั้นสำรวจ เพื่อนำมาตอบในขั้นตั้งข้อคาดเดา

4.4 ขั้นสืบเสาะหาเหตุผล เป็นการตรวจสอบข้อคาดเดาโดยให้นักเรียนปฏิบัติขั้นตอนตามใบงาน เพื่อให้นักเรียนสังเกต วิเคราะห์สิ่งที่ค้นพบด้วยตนเอง ให้นักเรียนแสดงเหตุผลในกรณีที่นักเรียนคิดว่าข้อคาดเดาของนักเรียนไม่ถูกต้อง

4.5 ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่ให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรมในขั้นที่ผ่านมา มาสรุปเป็นหลักการที่ถูกต้อง

5. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP มาเป็นกรอบโครงสร้างของการจัดการเรียนรู้ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีลำดับขั้นตอนของกิจกรรม 5 ขั้นตอน ดังนี้

5.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ทบทวนความรู้เดิม เตรียมความพร้อมและเร้าความสนใจของผู้เรียนให้พร้อมที่จะเรียนเรื่องใหม่

5.2 ขั้นสอน ประกอบไปด้วย

5.2.1 เเชิญสถานการณ์ปัญหาและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนค้นพบปัญหาหรือประเด็นที่นักเรียนสนใจ หรือครูถามคำถามจากใบงานเพื่อให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล

5.2.2 ใ้ไตร่ตรองระดับกลุ่มย่อย โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 3-5 คน ครูกระตุ้นด้วยคำถามเพื่อให้นักเรียนเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาหรือสร้างความรู้ใหม่ด้วยโปรแกรม GSP โดยจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ วิเคราะห์ ชักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มี 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ (1) ขั้นสำรวจ (2) ขั้นตั้งข้อคาดเดา และ (3) ขั้นสืบเสาะหาเหตุผล

5.2.3 เสนอแนวทางแก้ปัญหาต่อทั้งชั้น ครูให้นักเรียนพิจารณาคำตอบที่ได้ร่วมกันเพื่อตอบปัญหาที่กำหนดให้ เป็นการขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ใหม่ให้สมบูรณ์และลึกซึ้งยิ่งขึ้น

5.3 ขั้นสรุป ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องที่เรียน และครูสรุปเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่ความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง

5.4 ขั้นฝึกทักษะและนำไปใช้ ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป เช่น ให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ตัวอย่าง

5.5 ขั้นประเมินผล โดยประเมินจากใบงาน จากการสังเกตการณ์ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ หรือการทำแบบทดสอบ

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

7. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่าหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP แล้วนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ โดยในที่นี้กำหนดเกณฑ์ร้อยละ 60

8. ดัชนีประสิทธิผลทางการเรียน หมายถึง ค่าแสดงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากได้เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเทียบคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และคะแนนเต็ม

9. ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกชื่นชอบ พอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นการสนใจในการมีส่วนร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนทางด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดผลและประเมินผล โดยใช้แบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
3. สื่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ดัชนีประสิทธิผล
6. ความพึงพอใจ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หลักสูตรสถานศึกษามาตรฐานสากลโรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดรายละเอียดหลักสูตรคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไว้ดังนี้

1.1 คุณภาพของผู้เรียนคณิตศาสตร์

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางความรู้ ทักษะกระบวนการควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เหล่านั้นไป

ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

3. มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีคุณธรรมและจริยธรรม มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเองและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผลพร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

1.2 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

1.3 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

1. **จำนวนและการดำเนินการ** ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง
2. **การวัด** ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
3. **เรขาคณิต** รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)
4. **พีชคณิต** แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรม

เลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

6. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.4 สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สารการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรบูรณาการสาระต่าง ๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับผู้เรียนที่มีความสนใจหรือมีความสามารถสูงทางคณิตศาสตร์ สถานศึกษาอาจจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาให้กว้างขึ้น เข้มข้นขึ้น หรือฝึกทักษะกระบวนการมากขึ้น โดยพิจารณาจากสาระหลักที่กำหนดไว้นี้ หรือสถานศึกษาอาจจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่น ๆ เพิ่มเติมก็ได้ เช่น แคลคูลัสเบื้องต้น หรือทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของผู้เรียน

1.5 มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนมีดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

- มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้
- มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้
- มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2 การวัด

- มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด
- มาตรฐาน ค 2.2 วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้
- มาตรฐาน ค 2.3 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 เรขาคณิต

- มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปร่างเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้
- มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 พีชคณิต

- มาตรฐาน ค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่าง ๆ ได้
- มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

- มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้
- มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล
- มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

- มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา
- มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล
- มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.6 คุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้
2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้
3. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซต ไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล
4. เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้
5. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
6. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้
7. รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา
8. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูล และวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ
9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผล ประกอบ การตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้

ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.7 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. **ความสามารถในการสื่อสาร** เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. **ความสามารถในการคิด** เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. **ความสามารถในการแก้ปัญหา** เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. **ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต** เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. **ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี** เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

1.8 คำอธิบายรายวิชา

หลักสูตรสถานศึกษาได้กำหนดคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 6 ค 33202

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไว้ดังนี้ (โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา, 2551, หน้า 58)

รหัสวิชา ค33201 รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 5 เวลา 80 ชั่วโมง/ภาคเรียน (4 คาบ/สัปดาห์) จำนวน 2.0 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 1

ศึกษา ฝึกทักษะ/ กระบวนการในสาระต่อไปนี้

ลำดับอนันต์ และอนุกรมอนันต์ ลิมิตของลำดับ ผลบวกของอนุกรมอนันต์

แคลคูลัสเบื้องต้น ลิมิตของฟังก์ชัน ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน

การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตร อนุพันธ์ของฟังก์ชันคอมโพสิท อนุพันธ์อันดับสูง

การประยุกต์ของอนุพันธ์ ปริพันธ์ไม่จำกัดเขต ปริพันธ์จำกัดเขต พื้นที่ที่ปิดล้อมด้วยเส้นโค้ง

กำหนดการเชิงเส้น การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการใช้วิธีของ

กำหนดการเชิงเส้นในการแก้ปัญหา

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันทีใกล้เคียงตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิดทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบมีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

การวัดและประเมินผล ใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับเนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด

2. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ เริ่มได้รับความสนใจตั้งแต่ปี ค.ศ.1980 เป็นต้นมา โดยแตกแขนงมาจากนักจิตวิทยาและนักการศึกษาในกลุ่มปัญญานิยมที่เชื่อว่ามนุษย์สามารถคิดวิเคราะห์ แยกแยะและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้ตามที่ตนเองสร้างขึ้น และผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ซึ่งไม่มีขอบเขตจำกัด มนุษย์สามารถเรียนรู้จากการสังเกต การรวบรวม และการจัดการตามพื้นฐานความรู้ของแต่ละคน นักทฤษฎีกลุ่มนี้เชื่อว่า การสอนไม่สามารถใช้ในการสร้างความรู้ ผู้สอนจะไม่สามารถระบุหรือคาดหวังผลลัพธ์ทางการเรียนได้เหมือนกันทุกคน (ณัฐกร สงคราม, 2554, หน้า 66)

2.1 แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้กล่าวถึงแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 10) กล่าวว่า ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้หลายทฤษฎี โดยทฤษฎีที่สำคัญเป็นที่นิยมและยอมรับกันในปัจจุบันมีอยู่สองกลุ่มแนวคิด กลุ่มแนวคิดหนึ่งเป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์มานานแล้ว และอีกกลุ่มแนวคิดหนึ่งเป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างองค์ความรู้ การส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย ซึ่งกำลังเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

กลุ่มแนวคิดที่หนึ่ง ทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน กลุ่มแนวคิดนี้เป็นแนวคิดพฤติกรรมนิยม (behaviourism) มีรากฐานมาจากความรู้เกี่ยวกับสิ่งเร้าและการตอบสนอง และความรู้เกี่ยวกับเงื่อนไขการเรียนรู้ โดยแนวคิดนี้มองว่าพฤติกรรมของคนเรานั้นสามารถที่จะขัดเกลาได้โดยการให้รางวัลและการทำโทษ ซึ่งในอดีตแนวคิดพฤติกรรมนิยมได้มีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และเป็นที่ยอมรับกันเรื่อยมา แม้ในปัจจุบันก็ไม่มีแนวคิดหรือทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมสมัยใดที่กีดกันหรือปฏิเสธการประยุกต์ใช้แนวคิดพฤติกรรมนิยมในห้องเรียนคณิตศาสตร์

หลักการสำคัญหนึ่งของแนวคิดพฤติกรรมนิยมก็คือ การเสริมแรง ซึ่งมุ่งใช้เพื่อกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมที่ต้องการ เมื่อไม่นานนี้ได้มีงานวิจัยพบว่า การเสริมแรงนั้นอาจมีผลในทางลบได้ หากมีการใช้การเสริมแรงที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมและปราศจากความเข้าใจในการนำไปใช้ ก็อาจนำไปสู่การเกลียดกลัวคณิตศาสตร์ตลอดจนอาจมองว่าคณิตศาสตร์นั้นไม่ต้องการความสมเหตุสมผล ทั้งที่แท้จริงแล้วความสมเหตุสมผลทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นเป้าหมายหลักอันหนึ่งในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนั้นในการนำแนวคิดพฤติกรรมนิยมไปใช้ ครูจะต้องนำไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม และอย่างระมัดระวังเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

แนวคิดพฤติกรรมนิยมสามารถใช้ในการวางแนวทางการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนในระยะสั้น และยังสามารถใช้ในการสร้างแรงผลักดันให้เกิดการเรียนรู้ สิ่งทีพึงระวังในการใช้ก็คือ จะต้องใช้ในจุดประสงค์ระยะสั้นที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนและง่ายต่อการวัด พฤติกรรมนิยมมีจุดอ่อนในด้านการขาดการให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้ที่มีความหมาย เพื่อส่งผลในทางบวกต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จึงควรที่จะต้องปรับเปลี่ยนมุมมองบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนี้ กล่าวคือ ในการตั้งจุดประสงค์ครูจะต้องตั้งเป้าหมายให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมและสนับสนุนการคิดในระดับสูงมากขึ้น เช่นการตั้งจุดประสงค์ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสำรวจ พิสูจน์ความสมเหตุสมผล นำเสนอ แก้ปัญหา สร้าง อภิปราย สืบค้น อธิบาย พัฒนาและทำนาย พฤติกรรมเหล่านี้ล้วนเป็นจุดประสงค์ที่กระตุ้นให้เกิดการคิด วิเคราะห์ อภิปราย วิพากษ์วิจารณ์ ทำให้ผู้เรียนได้มีบทบาทอย่างแท้จริงในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มแนวคิดที่สอง ทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างองค์ความรู้ กลุ่มแนวคิดนี้เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย ที่รู้จักกันทั่วไปในนามของคอนสตรัคทีวิซึซึม (constructivism) ซึ่งมองว่าโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นรากฐานสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ควรสัมพันธ์และเกิดขึ้นไปด้วยกัน ประกอบกับประสบการณ์ที่เหมาะสมและเอื้อต่อการเรียนรู้ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ขึ้นในตัวเอง

วีณา ประชากุล และประสาธ เนืองเฉลิม (2553, หน้า 66-67) กล่าวว่า ความรู้จะเกิดขึ้นได้จากการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมใน 2 ลักษณะ ซึ่งเป็นโครงสร้างทางปัญญาของแต่ละบุคคล ได้แก่ การซึมซับ (Assimilation) หมายถึง การรับข้อความรู้ที่ได้จากการมีประสบการณ์จากโลกภายนอก และการปรับแต่งโครงสร้างทางสติปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม (Accommodation) หมายถึง การปรับขยายข้อความรู้ที่มีอยู่เดิม เป็นการซึมซับความรู้เดิมเพิ่มเข้าไปกับความรู้ใหม่ การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructivism ผู้สอนจึงไม่สามารถเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่สามารถกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้และสร้างความรู้ได้โดยการจัดสภาพการณ์ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งกับโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive conflict) เดิมของผู้เรียน ผู้เรียนก็จะปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของตนเอง เชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิม

Glaserfeld (2002 อ้างถึงใน วีณา ประชากุล และประสาธ เนืองเฉลิม, 2553, หน้า 67) กล่าวว่า การสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องกับทฤษฎี Constructivism ซึ่งมีแนวคิดพื้นฐานที่เชื่อว่าความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้น โดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ

Fosnot (1996, p. 6 อ้างถึงใน วีณา ประชากุล และประสาธ เนืองเฉลิม, 2553, หน้า 67) กล่าวว่า Constructivism เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ ซึ่งได้รับการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางปรัชญา จิตวิทยา และมานุษยวิทยา

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2540, หน้า 42) กล่าวว่า ความรู้เป็นสิ่งที่ไม่ถาวร สามารถพัฒนาเป็นปรนัยและเปลี่ยนไปเป็นสิ่งที่ฝังลึกอยู่ในความคิดของบุคคลได้ ความรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้รับโอกาสเปิดกว้างทางการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับคนอื่น ๆ หรือได้ประสบพบเจอสิ่งใหม่ ๆ แล้วนำความรู้ที่มีอยู่มาเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน

เชิดศักดิ์ ชุมนุช (2540, หน้า 48) เชื่อว่า กระบวนการเรียนรู้เกิดจากความสามารถในการควบคุมระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ การสร้างความรู้ ความจริงเป็นสิ่งที่มีความหมายเฉพาะตัวของบุคคลนั้น ๆ โดยการนำข้อมูลจากภายนอกมาผสมผสานกับสิ่งที่รู้อยู่แล้วแต่เดิมสร้างความรู้ใหม่ให้มีความหมายยิ่งขึ้น

Prawat and Floden (1994 อ้างถึงใน วิชา ประชากร และประสาท เนื่องเฉลิม, 2553, หน้า 68) ได้แบ่ง Constructivism ออกเป็น 2 กลุ่ม (1) Radical constructivism เป็นแนวคิดที่มีจากกลุ่มนักการศึกษา นักจิตวิทยา ผู้นิยมแนวคิดของ Piaget ที่เชื่อ ความรู้คือการเปลี่ยนแปลง โดยถือว่าบทบาทของผู้สอนเป็นผู้ช่วยให้เด็กพัฒนาความคิด และจัดสภาพแวดล้อมที่ทำทนายวิธีการของเด็ก และช่วยให้เด็กได้ทดสอบความคิดของตนเอง (2) Social constructivism เป็นแนวคิดที่ความรู้สัมพันธ์กับการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งเป็นผลผลิตทางสังคม โดยความรู้พัฒนาผ่านการเจรจาในการสนทนาแลกเปลี่ยนของชุมชนและผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้รับอิทธิพลจากวัฒนธรรม ซึ่งสอดคล้องกับฉฐกร สงคราม (2554, หน้า 67) กล่าวว่า ทฤษฎีกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. คอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive Constructivism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีนี้ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นในใจเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางปัญญาขึ้น เป็นเหตุให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่ จนกระทั่งเกิดภาวะสมดุลทางปัญญาหรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น

2. คอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism) การพัฒนาการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนความคิดที่มีอยู่เดิมของผู้เรียนเป็นการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ การจัดโครงสร้างของความคิดและยอมรับความคิดใหม่ ๆ ผู้เรียนจึงเป็นผู้สร้างความคิดมากกว่าดูดซึมความคิดใหม่ ๆ สร้างความหมายจากประสบการณ์ด้วยตนเอง และแตกต่างจากโครงสร้างความรู้ของบุคคลอื่น (Cobb, 1994, p. 14 อ้างถึงในวิชา ประชากรและประสาท เนื่องเฉลิม, 2553, หน้า 68) กระบวนการที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความหมายของความรู้ เน้นผลที่ได้จากการเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ การเรียนรู้จะเกี่ยวข้องกับการสร้างความหมายในสิ่งที่ได้ยินหรือได้เห็น โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ การสร้างความหมายเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง และผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความหมาย เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์หรือบุคคลรอบข้าง

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ที่ทำหน้าที่เป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงจากสภาพแวดล้อมทำให้ผู้เรียนมีการปรับเปลี่ยนความรู้ความคิดให้สอดคล้องกับประสบการณ์มากขึ้น

2.2 องค์ประกอบของการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีนี้เชื่อว่าผู้เรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ และสิ่งแวดล้อมรอบตัว เพื่อที่จะอธิบายหรือสร้างความหมายในการอธิบาย ผู้เรียนแต่ละคนจะต้องอธิบายหรือสร้างความหมายในการหาคำอธิบาย สร้างความคิดจากเหตุการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้ และผู้เรียนจะต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงแต่ผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกตามแนวคิดพื้นฐานทางการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructivism ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. เป้าหมายของการเรียนรู้ (Learning goals) ตามทฤษฎี Constructivism ให้ความสำคัญกับเป้าหมายของการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น ได้แก่ การให้เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การนำไปใช้ ความยืดหยุ่นและความสนใจในความรู้นึก โดยอาศัยความรู้ประสบการณ์ที่มีอยู่แล้วเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นไป ผู้เรียนสามารถปรับโครงสร้างทางความคิดให้มีความสลับซับซ้อน และพัฒนามโนทัศน์ให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยลง

2. เงื่อนไขสำหรับการเรียนรู้ (Conditions of learning) ประกอบด้วย

2.1 การจัดสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมที่ง่ายแล้ว ควรสร้างปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น ทั้งนี้ สภาพการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นสำหรับการเรียนควรมีความสัมพันธ์กับผู้เรียน ถ้าเป็นปัญหาหรือสภาพการณ์ที่ผู้เรียนพบในห้องเรียนมีความสัมพันธ์กับผู้เรียน โดยตรงจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ได้มากขึ้น

2.2 การจัดเตรียมบรรยากาศเพื่อให้ผู้เรียนได้มีการทำงานร่วมกัน การที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมมือกันทำงาน ไม่ใช่เพียงเพื่อให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือกันหรือแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันเท่านั้น แต่การที่ผู้เรียนได้ร่วมมือกันทำงานยังช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของผู้เรียนแต่ละคน จะเป็นการเสริมประสิทธิภาพของการทำงานให้สูงขึ้นด้วยการส่งเสริมการอภิปรายและการมีส่วนร่วมในความรับผิดชอบถือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับการเรียนรู้

2.3 การเตรียมเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกัน สภาพของการเรียนควรมีการจัดเตรียมเนื้อหาหรือสื่อการสอนต่าง ๆ ให้สอดคล้องกัน แต่มีการนำเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มองปัญหาได้หลายแง่มุม

2.4 การให้ความสำคัญกับการสะท้อนความคิด เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความหมายของสิ่งที่ผู้เรียนสร้างขึ้น การที่ผู้เรียนได้รู้ถึงความคิดของตนเอง จะทำให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดค้นหรือการสำรวจความรู้ใหม่ ๆ ในระดับที่สูงขึ้นด้วยตนเอง

2.5 การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนไม่ใช่เป็นเพียงฝ่ายรับหรือเป็นผู้ตอบรับ แต่ควรจะได้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจในการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามต้องการทางการเรียนรู้ของตน ผู้เรียนจะไม่สามารถคิดได้ ถ้าขาดโอกาสในการจัดการกับการเรียนรู้ของตนเอง

3. วิธีการจัดการเรียนการสอน (Methods of instruction) วิธีการจัดการเรียนการสอนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructivism กระตุ้นให้ผู้เรียน ได้มีการสำรวจและมีการค้นพบด้วยตนเอง โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการกระทำ การฝึกฝนทางปัญญา การที่ผู้เรียนสามารถเข้าร่วมในกิจกรรมและได้ลงมือกระทำจริง ๆ และการเรียนรู้จากการทำงานร่วมกัน (วิณา ประชากุล และประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2553, หน้า 69-71)

2.3 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีนี้เชื่อว่าความรู้ไม่สามารถส่งผ่านจากผู้สอน ไปยังผู้เรียนหรือจากหนังสือเรียน ไปยังตัวผู้เรียนได้อย่างง่าย ๆ แต่ผู้เรียนควรจะเป็นคนสร้างคำอธิบายหรือสร้างความคิดขึ้นมาด้วยตัวเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนแต่ละคนและเป็นผู้พัฒนาเทคนิคการจัดการเรียนรู้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนกับเพื่อนและผู้สอน โดย Yager (2000, pp. 44-45 อ้างถึงใน วิณา ประชากุล และประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2553, หน้า 72-73) ได้สนับสนุนแนวคิดการนำ Constructivism ไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. ผู้สอนสามารถปรับแนวปฏิบัติเดิมที่เป็นอยู่ไปสู่แนวการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructivism โดยจัดกิจกรรมให้มีการใช้คำถามและความคิดของผู้เรียนเพื่อนำไปสู่บทเรียน
2. มีการยอมรับและสนับสนุนความคิดริเริ่มของผู้เรียน
3. มีการสนับสนุนความเป็นผู้นำของผู้เรียน การจัดกระทำข้อมูลข่าวสาร การทำงานร่วมกัน
4. การลงมือกระทำตามผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนรู้ มีการใช้ความคิด ประสบการณ์ และความสนใจของผู้เรียนเพื่อนำไปสู่บทเรียน
5. มีการใช้คำถามทั้งปลายเปิดและปลายปิด และสนับสนุนผู้เรียนเพื่อนำไปสู่คำถามและคำตอบที่เป็นเหตุเป็นผล สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดของตนเอง เช่น การตอบคำถาม การคาดคะเน และการทำนายผล
6. มีการค้นหาทางออกตามแนวคิดของผู้เรียนก่อนการเสนอแนวคิดของผู้สอน
7. มีการใช้การร่วมมือเป็นยุทธศาสตร์ในการเรียนรู้ โดยเน้นที่การทำงานร่วมกัน การยอมรับในตัวบุคคลและใช้เทคนิคการแบ่งงาน

8. มีการสนับสนุนเวลาให้เพียงพอกับการคิดและการวิเคราะห์

งานวิจัยที่มีอยู่ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ได้แสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้ที่มีการแบ่งแยกเป็นส่วนย่อย ๆ เป็นสิ่งที่ไม่ควรกระทำ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสมเหตุสมผล เป็นวิชาที่มีหลักการ และเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับลำดับ โครงสร้าง และความสัมพันธ์ของจำนวน จึงน่าเชื่อว่าการเรียนรู้ที่มีความหมายนั้นเป็นรากฐานสำหรับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสร้างองค์ความรู้ตนเอง

เรย์ส (Reys) และคณะ (อ้างถึงใน สสวท., 2555, หน้า 12) ได้เสนอหลักการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ดังนี้

1. ความรู้ไม่ใช่สิ่งที่เกิดขึ้นมาเองโดยง่าย แต่จะเกิดขึ้นได้จากความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ของผู้เรียนเอง ซึ่งเพียเจต์ (Piaget) นักจิตวิทยาผู้มีชื่อเสียงชาวสวิส ได้เสนอแนะว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนนั้นต้องเกิดจากการสร้างขึ้นในตัวเอง ไม่ได้เกิดขึ้นง่ายเหมือนกับการพบก้อนหินที่วางอยู่บนพื้น หรือได้รับมาเหมือนเป็นของขวัญจากผู้อื่น

2. ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ โดยการคิดสะท้อนหรือคิดไตร่ตรองพิจารณาในการกระทำ และการคิดของผู้เรียนซึ่งเกิดจากการสังเกต วิเคราะห์ความสัมพันธ์ มองเห็นแบบรูป สรุปลงสู่ส่วนย่อย และสร้างความคิดที่เป็นนามธรรม ในขณะที่เดียวกันก็ประมวลความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมอง

3. การเรียนรู้สะท้อนถึงกระบวนการทางสังคมซึ่งผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคม จากการสนทนาพูดคุย การอภิปรายไม่ว่ากับตนเองหรือผู้อื่น ในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์ ผู้เรียนจะพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้กับครูและเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน ซึ่งไม่เพียงแต่การใช้สื่อและปฏิบัติ การค้นพบแบบรูป การคิดค้นวิธีหรือขั้นตอนการคิดคำนวณด้วยตนเองเท่านั้น แต่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การอธิบายความสัมพันธ์ และกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนสามารถปกป้องหรือยืนยันถึงเหตุผลที่ทำให้ผู้เรียนเลือกที่จะดำเนินการตามวิธีการใดวิธีการหนึ่ง

จากหลักการดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การสร้างองค์ความรู้นั้นจะต้องผ่านช่วงของการพัฒนาหลายขั้นตอนและต้องใช้เวลา ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สมัยใหม่

ฉัฐกร สงคราม (2554, หน้า 71) กล่าวว่า แนวคิดกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์จะก่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้มากที่สุด เมื่อใช้ในกรณีดังต่อไปนี้

1. ควรใช้ในลักษณะการบูรณาการเนื้อหาหลากหลายวิชาเข้าด้วยกัน และผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์ของเนื้อหาเหล่านั้นมาแล้วอย่างดี

2. มีเวลาในการเรียนการสอนมาก อาจเป็นสัปดาห์หรือนานถึงภาคการศึกษา

3. เนื้อหาและกิจกรรมที่สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามทฤษฎี Constructivism ควรได้รับการปรับเปลี่ยนแนวการสอนจากเดิม เวลาที่ใช้ในการอธิบายหรือถามให้ผู้เรียนตอบจากผู้สอน หรือ ผู้เรียนสู่ผู้เรียน ควรเปลี่ยนเป็นผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิด และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนรับการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด เพื่อฝึก การแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ แทนการให้ผู้เรียนจำความคิด ตามที่ได้รับจากผู้สอน แต่เน้นวิธีการคิดของผู้เรียน รวมไปถึงการจัดตั้งแวดล้อมของห้องเรียนที่เปิด โอกาสให้ผู้เรียนได้รับการสนับสนุนความร่วมมือระหว่างผู้เรียนและผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนและ ผู้สอน ผู้สอนใช้คำถามอย่างสอดคล้อง ทำให้เกิดความกระจำงและสามารถตรวจสอบความสัมพันธ์ ระหว่างความรู้เดิมของผู้เรียนและประสบการณ์ใหม่ในชั้นเรียน ผู้เรียนก็จะพัฒนามโนทัศน์ที่ ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2.4 บทบาทผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

การพัฒนาผู้สอนให้เป็นผู้สอนตามทฤษฎี Constructivism มีลักษณะที่แตกต่างจากการ สอนแบบดั้งเดิมที่เชื่อว่า ผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดให้ความรู้แก่ผู้เรียน DeVries and Kohlberg (1990, อ้างถึงใน วิณา ประชากุล และประสาท เนื่องเฉลิม, 2553, หน้า 74-75) ได้เสนอหลักการสำคัญใน การพัฒนาความคิดและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอนของผู้สอนไปสู่การเป็นผู้สอนตาม ทฤษฎี Constructivism ดังนี้

1. ผู้สอนที่ยึดวิธีการสอนแบบดั้งเดิมมีความคิดเรื่องการสอนว่า ผู้สอนคือผู้ถ่ายทอด ความรู้ที่ได้รับการฝึกหัด จะเน้นที่เนื้อหาสาระความรู้และวิธีการที่จะนำเสนอให้กับผู้เรียน โดย ผู้สอนจะลำดับเนื้อหา ฝึกฝน ตรวจสอบและทดสอบผู้เรียน ปรับเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้สอน ไปสู่การเป็นผู้สร้าง ผู้สอนลดบทบาทการเป็นผู้สั่งสอนมาเป็นผู้ให้คำแนะนำ เพื่อให้ผู้เรียนได้เป็น ผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง แต่ผู้สอนจะต้องติดตามความสนใจและสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้ เพื่อช่วยให้การ เรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุผล

2. ความสนใจเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ของผู้เรียน การให้ความสนใจกับความ คิด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ ผู้สอนต้องให้การสนับสนุนและกระตุ้นความสนใจของ ผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ จึงมีความแตกต่างจากการใช้แรงเสริมภายนอก เช่น รางวัลต่าง ๆ ผู้เรียนทำ กิจกรรมตามที่ผู้สอนกำหนด และความสนใจเป็นเสมือนแรงจูงใจภายในที่นำผู้เรียนไปสู่การ พัฒนาการเรียนรู้

3. วิธีการสอนแบบดั้งเดิมตามแนวคิดพฤติกรรมนิยม มีวิธีการสอนที่ต้องการให้ผู้เรียน

เชื่อฟังและปฏิบัติตามครู เพราะถือว่าผู้สอนคือแหล่งความรู้และเป็นเสมือนกฎเกณฑ์ในการควบคุม การแสดงออกของผู้เรียน ความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนจึงเป็นความสัมพันธ์แบบพึ่งพา ผู้อื่น แต่การเปลี่ยนแปลงความคิดของผู้สอนจากการบังคับควบคุมไปสู่การพัฒนาเด็กให้พึ่งพา ตนเอง แต่บทบาทผู้สอนตามทฤษฎี Constructivism เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถควบคุม ตนเอง สร้างความสัมพันธ์แบบร่วมมือให้เกิดขึ้นระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน

การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎี Constructivism พอสรุปได้ดังนี้

1. การสอนของผู้สอน คือการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนสร้างความรู้ความเข้าใจ ให้เกิดขึ้น โดยตัวผู้เรียนเอง
2. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมโนทัศน์ ทฤษฎี และแบบจำลองของแต่ละบุคคล ขึ้นใหม่
3. ผู้สอนช่วยผู้เรียนสร้างความรู้ความเข้าใจใหม่ ช่วยผู้เรียนสร้างความรู้ มโนทัศน์ที่ยัง ไม่สมบูรณ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
4. ผู้สอนช่วยผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจ โดยพิจารณาว่ามโนทัศน์ที่เกิดขึ้นได้ ประสานกันเป็นระเบียบ เป็นโครงสร้างความรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้เพียงใด
5. ผู้สอนช่วยผู้เรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ ผู้เรียนนำความรู้ตามมโนทัศน์มาอภิปราย ร่วมกันเป็นกลุ่ม แล้วจึงทำเป็นแผนผังมโนทัศน์
6. บทบาทของผู้สอนคือผู้ชี้แนะ
7. ออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพวิถีชีวิตจริง กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด
8. ผู้สอนตั้งคำถามประเภทปลายเปิดและทิ้งช่วงเวลาให้ผู้เรียนตอบ เพราะความคิด ลึกซึ่งต้องใช้เวลา และมักเกิดขึ้นจากที่ได้ฟังความคิดเห็นของผู้อื่นมาแล้ว ลักษณะคำตอบของ ผู้เรียนจะมีส่วนส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน
9. ผู้สอนยอมรับและส่งเสริมความคิดริเริ่ม และการแสดงความเป็นตัวเองของผู้เรียน การที่ผู้สอนยอมรับความคิดของผู้เรียน และส่งเสริมให้ใช้ความคิดโดยอิสระจะเปิด โอกาสให้ ผู้เรียนได้พัฒนาความคิด
10. ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้สอนและเพื่อน ความคิดของผู้เรียนจะ เปลี่ยนแปลงเมื่อได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นของตนเองแล้วและประกอบกับการได้รับอิทธิพล จากความคิดของคนอื่น
11. ต้องจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ให้มีทางเลือก ผู้สอนใช้คำถามอย่างสอดคล้องกับการ ที่จะดึงความรู้ทำให้เกิดความกระฉับ และการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมของ

ผู้เรียนและประสบการณ์ใหม่

12. บริบทการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเป็นอิสระของผู้เรียน ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนที่ดี พัฒนาตนเองที่อยู่ในระหว่างการพัฒนาจากการพึ่งพาผู้อื่นมาเป็นการพึ่งพาตนเอง

13. ผู้เรียนมีโอกาที่จะใช้ความรู้เรียนในบริบทที่เหมาะสม ได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรารู้กับโลกที่เป็นจริงภายนอก

14. สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้โดยตนเอง โดยสอนให้มีทักษะและเจตคติที่เหมาะสมต่อการแสวงหาและสร้างความรู้อย่างต่อเนื่อง

15. เสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนให้พร้อมที่จะเรียนรู้ การยอมรับความผิดพลาดเป็นเรื่องธรรมดาและเป็นสิ่งที่จะช่วยให้สามารถแสวงหาสิ่งที่ดีกว่าและถูกต้องได้

Lunenberg (1998, อ้างถึงใน วิณา ประชากุล และประสาท เนืองเฉลิม, 2553, หน้า 77-80) ได้สรุปประเด็นเกี่ยวกับบทบาทการสอนของผู้สอนตามแนวทางการสร้างความรู้ด้วยตนเองไว้ 12 ประเด็น ดังนี้

1. ผู้สอนจะต้องเป็นผู้ให้กำลังใจ ยอมรับความเป็นอิสระ และความคิดริเริ่มของผู้เรียน เพราะความเป็นอิสระและความคิดริเริ่มทำให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ การที่ผู้เรียนเกิดคำถามและสามารถตอบคำถามได้โดยการวิเคราะห์ มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองและสามารถกลายเป็นผู้แก้ปัญหาได้ดีเท่ากับผู้ค้นพบปัญหา

2. ผู้สอนควรใช้ข้อมูลตามธรรมชาติและแหล่งข้อมูลที่แท้จริง เน้นการค้นหาคำถาม ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาที่แท้จริงกับความรู้และทักษะที่จำเป็น

3. ผู้สอนควรใช้คำพูดที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิด เช่น จำแนก (Classify) วิเคราะห์ (Analyze) ทำนาย (Predict) และสร้างสรรค์ (Create) โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านกิจกรรมทางปัญญา ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analyze) การแปลความหมาย (Interpretation) การจัดประเภท (Classification) และการทำนาย (Predication) เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจในเนื้อหาต่าง ๆ

4. ผู้สอนยินยอมให้ผู้เรียนเป็นผู้นำเข้าสู่บทเรียน เปลี่ยนกลยุทธ์ในการสอนและการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา ความสนใจหรือความไม่สนใจในบทเรียนของผู้เรียนจะส่งผลให้ประเด็นหลักหรือเนื้อหาตามหลักสูตรจะต้องตัดออกไป แต่หมายความว่าผู้สอนจะนำสิ่งที่ได้จากผู้เรียนมาใช้ในการเรียน การที่ผู้เรียนมีความสนใจและมีความกระตือรือร้น เป็นสิ่งที่มีประโยชน์มากกว่าการเรียนรู้เฉพาะบทเรียน

5. ผู้สอนจะต้องพยายามทำความเข้าใจโน้ตสนัของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจก่อนที่จะเริ่มมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และแสดงความเข้าใจของผู้สอนออกมา

6. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสนทนากับผู้สอนและเพื่อน เป็นแรงเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดความคิด ความเข้าใจมากขึ้น โดยผ่านการเข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปรายการที่ผู้เรียนได้มีโอกาสเสนอความคิดของตนเอง ได้รับฟัง และได้สะท้อนความคิดของผู้อื่น ถือเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจใหม่ หรือสะท้อนความเข้าใจเดิมของตนที่มีอยู่

7. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ถามคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ใช้คำถามที่ซับซ้อน และใช้คำถามปลายเปิด ถือเป็นการทำทนายให้ผู้เรียนได้แสวงหาประเด็นที่ลึกซึ้งและกว้างไกล นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจของตนเอง

8. ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการตอบสนอง ได้มีโอกาสตรวจสอบและประเมินความเข้าใจและความผิดพลาดของตนเอง เป็นกระบวนการที่นำผู้เรียนไปสู่การสร้างความเข้าใจในประเด็นปัญหาและความคิดของตนเอง

9. ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการโต้แย้งสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายอย่างมีเหตุผล จะส่งผลให้ผู้เรียนได้มีพัฒนาการทางปัญญา

10. ผู้สอนจะต้องให้เวลาตอบคำถามสำหรับผู้เรียนหลังจากได้ถามคำถาม ผู้เรียนบางส่วนที่ไม่ได้เตรียมตัวพร้อมสำหรับตอบคำถามหรือตอบสนองต่อสิ่งที่มากระตุ้นในทันที การที่ผู้สอนต้องการคำตอบหรือการตอบสนองจากผู้เรียนทันทีจะกลายเป็นการขยับยั้งความคิดของผู้เรียน และเป็นการบีบบังคับให้ผู้เรียนกลายเป็นเพียงผู้สังเกตกิจกรรมการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมของการเรียนรู้ใดเลย

11. ผู้สอนควรจัดเตรียมกิจกรรมสำหรับชั้นเรียน และจัดเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้

12. ผู้สอนควรเอาใจใส่ธรรมชาติความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning cycle model) มี 3 ขั้นตอน ได้แก่

12.1 การค้นพบ (Discovery) ผู้สอนควรจัดเตรียมโอกาสที่เปิดกว้างสำหรับผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการเลือกเนื้อหาสาระ ผู้เรียนได้กำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานจากข้อมูลที่มีอยู่ไปสู่การค้นพบคำตอบด้วยตนเอง

12.2 การแนะนำโนทัศน์ (Concept introduction) ผู้สอนควรจัดเตรียมบทเรียนโดยให้ความสำคัญกับปัญหาของผู้เรียน จัดเตรียมความสัมพันธ์และศัพท์ใหม่ ๆ ที่มีโครงสร้างตามประสบการณ์ของผู้เรียน

12.3 การประยุกต์โนทัศน์ (Concept application) เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ การค้นพบ และการแนะนำโนทัศน์ตามลำดับแล้ว ผู้สอนควรจัดสภาพการณ์และปัญหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนได้สะท้อนศักยภาพของตนจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านั้น

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544, หน้า 11) สรุปว่า ผู้สอนตามแนวทฤษฎี Constructivism ควรมีลักษณะดังนี้

1. กระตุ้นและยอมรับในความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียน
 2. ใช้ข้อมูลปฐมภูมิ และทดลองกับสิ่งที่จับต้องได้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน
 4. การมอบหมายงาน ผู้สอนควรใช้คำให้ผู้เรียนปฏิบัติ จำแนก วิเคราะห์ ทำนาย สร้างแสดง
 5. มีการยืดหยุ่นในการจัดการเรียนรู้ตามความสนใจของผู้เรียน ทั้งด้านวิธีการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา ระยะเวลา
 6. สอบถามความคิดรวบยอดเดิมของผู้เรียนเป็นพื้นฐานในการจัดมโนทัศน์ใหม่ให้เหมาะกับแต่ละบุคคล
 7. กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้สอนและเพื่อนผู้เรียน
 8. กระตุ้นให้ผู้เรียนสืบสวนสอบสวน โดยใช้การตั้งคำถามปลายเปิดให้คิด และกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามเพื่อถามเพื่อน
 9. ปรับแต่งความคิดเห็นของผู้เรียนและโยงความคิด
 10. จัดประสบการณ์ที่ตรงกันข้ามกับสมมติฐานของผู้เรียนและช่วยผู้เรียนร่วมอภิปราย
 11. ให้ความรู้ผู้เรียนนานพอสมควรในการคิดและแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้
 12. ผู้สอนควรใช้วิธีการสอนแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
- อย่างไรก็ตาม ในการจัดการเรียนการสอน ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญที่จะนำแนวคิดของทั้งสองกลุ่มมาผสมผสานจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองให้เกิดทักษะในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีการเสริมแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้อุทิศตน และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกันให้มาก โดยคำนึงว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูจะต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่เริ่มตั้งแต่มีการศึกษา สืบค้น สังเกต บันทึกข้อมูล รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล หาความสัมพันธ์หรือแบบรูปจากข้อมูล หาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ รวมถึงการตรวจสอบด้วยการพิสูจน์หรือให้เหตุผล ซึ่งขณะที่นักเรียนกำลังดำเนินการเรียนรู้จะมีการเชื่อมโยงข้อมูล หรือเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมกับข้อมูลใหม่อย่างมีความหมายและเป็นองค์รวม

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทั่วไปที่มีเวลาจำกัดในการเรียนรู้ ครูไม่ควรสอนในลักษณะด่วนบอกความรู้ให้นักเรียนทันที แต่ควรใช้วิธีการสอนผ่านการอภิปรายโต้ตอบหรือ

กิจกรรม เช่น การสำรวจ การอ่านและปฏิบัติกิจกรรมตามหนังสือเรียน เพื่อนำให้นักเรียน ได้สรุป มโนทัศน์ด้วยตนเองเท่าที่จะสามารถทำได้ โดยครูปฏิบัติตนเป็นพี่เลี้ยงคอยช่วยเหลือ ประคับประคองให้นักเรียนได้สรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์ นอกจากนี้แล้ว ครูควรนำสิ่งที่อยู่ ใกล้ตัวหรือภูมิปัญญาท้องถิ่นมาสร้างสถานการณ์หรือโจทย์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระในบทเรียน เพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระมากขึ้น และสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เป็นแนวทางในการประยุกต์ต่อไป (สสวท., 2555, หน้า 14)

2.5 รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งมีสาระสำคัญเน้นการเรียนรู้ คือ การสร้างโครงสร้างทางปัญญาที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ความสนใจ และแรงจูงใจภายในตนเองเป็น จุดเริ่มต้น ผู้สอนมีหน้าที่จัดการให้ผู้เรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนเอง โดยมี ขั้นตอนการสอนดังนี้ (วิภา ประชากุล และประสาธ เนืองเฉลิม, 2553, หน้า 213-216)

ขั้นตอนที่ 1 สร้างความขัดแย้งทางปัญญา

ผู้สอนเสนอปัญหาให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล โดยที่ปัญหามีความยากในระดับ ที่ผู้เรียนต้องปรับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หรือต้องสร้างโครงสร้างทางปัญญาขึ้นใหม่ จึงจะ สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-6 คน จากนั้นแต่ละคนเสนอคำตอบ และวิธีหาคำตอบต่อกลุ่มของตน

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินกิจกรรมไตร่ตรอง

ผู้เรียนในกลุ่มย่อยตรวจสอบคำตอบและวิธีหาคำตอบของสมาชิกในกลุ่ม โดยดำเนินการ ดังนี้

1. กลุ่มตรวจสอบคำตอบปัญหา A ของสมาชิกแต่ละคนตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด อภิปราย ซักถามเหตุผลและที่มาของวิธีหาคำตอบ
2. สมาชิกกลุ่มช่วยกันสร้างสถานการณ์ตัวอย่าง B ที่ง่ายต่อการหาคำตอบเชิงประจักษ์ และมีโครงสร้างความสัมพันธ์เหมือนกับปัญหา A ตามกฎการสร้างการอุปมาอุปมัย ดังนี้
 - ก. ไม่ต้องพิจารณาลักษณะของสิ่งเฉพาะแต่ละสิ่งในสถานการณ์ปัญหา A
 - ข. หาความสัมพันธ์ระดับต่ำ (Lower order relations) ระหว่างสิ่งเฉพาะแต่ละสิ่งใน สถานการณ์ปัญหา A
 - ค. หาความสัมพันธ์ระหว่างความสัมพันธ์ระดับต่ำและความสัมพันธ์ระดับสูง (Higher order relations) ซึ่งเป็นระบบความสัมพันธ์ (Systematic) หรือ โครงสร้างความสัมพันธ์

(Relational structure) แล้วถ่ายโยงโครงสร้างความสัมพันธ์นี้ไปสร้างสถานการณ์ตัวอย่าง B ที่มีสิ่งเฉพาะแตกต่างกับสถานการณ์ปัญหา A

3. หาคำตอบสถานการณ์ตัวอย่าง B ในเชิงประจักษ์

4. นำวิธีหาคำตอบของปัญหา A มาใช้กับปัญหา B ว่าจะได้คำตอบตรงกับคำตอบของปัญหา B ที่หาได้ในเชิงประจักษ์หรือไม่ ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ตรงกัน ต้องทำการปรับเปลี่ยนวิธีหาคำตอบใหม่จนกว่าจะได้วิธีหาคำตอบที่ใช้กับปัญหา B แล้วได้คำตอบที่สอดคล้องกับคำตอบที่หาได้ในเชิงประจักษ์ ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 วิธี

5. นำวิธีหาคำตอบที่ใช้กับปัญหา B แล้วได้คำตอบสอดคล้องกับคำตอบที่หาได้ในเชิงประจักษ์ ไปใช้กับปัญหา A กลุ่มช่วยกันทำให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มเข้าใจการหาคำตอบของปัญหา A ด้วยวิธีดังกล่าว ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 วิธี

6. กลุ่มทำการตกลงเลือกวิธีหาคำตอบที่ดีที่สุดตามความเห็นของกลุ่ม และช่วยกันทำให้สมาชิกของกลุ่มทุกคนมีความพร้อมที่จะเป็นตัวแทนในการนำเสนอและตอบข้อซักถามเกี่ยวกับวิธีหาคำตอบดังกล่าวต่อกลุ่มใหญ่ได้

7. สุ่มตัวแทนกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มมาเสนอวิธีหาคำตอบของปัญหา A ต่อกลุ่มใหญ่ กลุ่มอื่น ๆ เสนอตัวอย่างค้าน หรือหาเหตุผลมาค้านวิธีหาคำตอบที่ยังค้านได้ ถ้าไม่มีผู้เรียนกลุ่มใดสามารถเสนอตัวอย่างค้านหรือเหตุผลมาค้านวิธีหาคำตอบที่ยังค้านได้ ผู้สอนจึงจะเป็นผู้เสนอเอง วิธีที่ถูกค้านจะตกไป ส่วนวิธีที่ไม่ถูกค้านจะเป็นที่ยอมรับของกลุ่มใหญ่ว่า สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการหาคำตอบของปัญหาใด ๆ ที่อยู่ในกรอบของโครงสร้างความสัมพันธ์เดียวกันนั้นได้ ตลอดช่วงเวลาที่ยังไม่มีผู้ใดสามารถหาหลักฐานมาค้านได้ ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 วิธี

8. ผู้สอนเสนอวิธีหาคำตอบของปัญหา A ที่ผู้สอนเตรียมไว้ต่อกลุ่มใหญ่ เมื่อพบว่าไม่มีกลุ่มใดเสนอในแบบที่ตรงกับวิธีที่ผู้สอนเตรียมไว้ ถ้ามี ผู้สอนก็ไม่ต้องเสนอ ผู้เรียนแต่ละคนสร้างปัญหา C ซึ่งมีโครงสร้างความสัมพันธ์เหมือนกับปัญหา A ตามกฎการสร้างการอุปมาอุปมัยดังกล่าวแล้ว และเลือกวิธีหาคำตอบจากวิธีซึ่งเป็นที่ยอมรับของกลุ่มใหญ่แล้ว มาหาคำตอบของปัญหา C

9. ผู้เรียนแต่ละคนเขียนโจทย์ของปัญหา C ที่ตนสร้างขึ้นลงในแผ่นกระดาษพร้อมชื่อผู้สร้างปัญหา ส่งผู้สอน ผู้สอนนำแผ่นโจทย์ปัญหาของผู้เรียนมาละกันแล้วแจกให้ผู้เรียนทั้งห้องคนละ 1 แผ่น

10. ผู้เรียนทุกคนหาคำตอบของปัญหาที่ได้รับแจกด้วยวิธีหาคำตอบที่เลือกมาจากวิธีที่เป็นที่ยอมรับของกลุ่มใหญ่ แล้วตรวจสอบคำตอบกับเจ้าของปัญหา ถ้าคำตอบขัดแย้งกัน ผู้แก้ปัญหากับเจ้าของปัญหาจะต้องช่วยกันค้นหาจุดที่เป็นต้นเหตุแห่งความขัดแย้งและช่วยกันขจัด

ความขัดแย้งนั้น เช่น อาจแก้ไขโจทย์ให้รัดกุมขึ้น ให้สมเหตุสมผล หรือแก้ไขวิธีคำนวณ และซักถามกันจนเกิดความเข้าใจทั้งสองฝ่าย แล้วจึงนำปัญหา C และวิธีหาคำตอบทั้งก่อนการแก้ไขและหลังการแก้ไขของทั้งผู้สร้างปัญหาและผู้แก้ปัญหาส่งผู้สอน ผู้สอนจะเข้าร่วมตรวจสอบเฉพาะคู่ที่ไม่สามารถจัดการความขัดแย้งได้เอง

ขั้นตอนที่ 3 สรุปผลการสร้าง โครงสร้างใหม่ทางปัญญา

ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปมโนทัศน์ กระบวนการคิดคำนวณ หรือกระบวนการแก้ไขโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียน ได้ช่วยกันสร้างขึ้นจากกิจกรรมในขั้นตอนที่ 2 ให้ผู้เรียนบันทึกข้อสรุปไว้

3. สื่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายและความสำคัญของสื่อการเรียนรู้

สสวท. (2555, หน้า 91) สื่อการเรียนรู้ หรือ สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สิ่งที่ผู้สอนใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะและกระบวนการ ประสบการณ์ ความคิดเห็น และเจตคติ ไปสู่ผู้เรียน รวมทั้งการใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สื่อการเรียนรู้ครอบคลุมทั้ง วัสดุ อุปกรณ์ เทคโนโลยี วิธีการ และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

กิดานันท์ มลิทอง (2548, หน้า 100) ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนไว้ว่า สื่อการเรียนการสอนหรืออาจเรียกกันสั้น ๆ ว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งใดก็ตามไม่ว่าจะเป็นเทปบันทึกเสียง สไลด์ โทรทัศน์ วีดิทัศน์ แผนภูมิ รูปภาพ ฯลฯ ซึ่งเป็นวัสดุบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับการสอน หรืออุปกรณ์เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาจากวัสดุสิ่งเหล่านี้เป็นวัสดุอุปกรณ์ทางกายภาพที่มาใช้ในเทคโนโลยีการศึกษา เป็นสิ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับการสอนของผู้สอนส่งไปถึงผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้เป็นอย่างดี

สสวท. (2555, หน้า 91) สื่อการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนในอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างต่อไปนี้

1. เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจบทเรียน ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้
2. เสริมสร้างประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมกับนักเรียน ตามทฤษฎีพัฒนาสติปัญญาการเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมสู่นามธรรม
3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
4. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน เป็นระบบ เกิดความคิดที่ต่อเนื่อง เช่น สื่อวีดิทัศน์
5. ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

6. ทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างบทเรียนกับสิ่งแวดล้อมและสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ
7. สื่อการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น ช่วยลดเวลาในการเรียนรู้
8. สื่อการเรียนรู้บางอย่างสามารถใช้เป็นแหล่งการเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาได้ด้วยตนเองตามความสนใจ และความสามารถในการเรียนรู้ ช่วยตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
9. ช่วยเพิ่มช่องทางในการเรียนรู้ เช่น สื่อสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีสารสนเทศ
10. เป็นช่องทางให้ครูและนักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนผ่านสื่อ ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

3.2 แนวปฏิบัติในการใช้สื่อการเรียนรู้

สสวท. (2555, หน้า 92) การใช้สื่อการเรียนรู้ มีสิ่งที่ควรยึดเป็นแนวปฏิบัติ ดังนี้

1. ต้องมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน สื่อที่นำมาใช้ต้องสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน
2. ต้องเหมาะสมกับระดับชั้น และพื้นฐานความรู้ของนักเรียน
3. ขนาดและวิธีการนำเสนอเรื่องราวของสื่อมีความเหมาะสมกับจำนวนนักเรียน ต้องคำนึงว่าสื่อที่ใช้นั้นเป็นสื่อสำหรับให้นักเรียนศึกษาเป็นรายบุคคล เป็นกลุ่มย่อย เป็นกลุ่มใหญ่ หรือทั้งชั้นเรียน
4. เน้นการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ การมีส่วนร่วมครอบคลุมถึงการช่วยกระตุ้นให้เกิดความคิด การตอบสนองด้วยการตอบคำถาม การอภิปรายร่วมกัน และการขยายฐานความคิด
5. ครูต้องมีการเตรียมการใช้สื่อ ฝึกการใช้สื่อเพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจและมีทักษะในการใช้สื่ออื่น ๆ ก่อนนำไปใช้กับนักเรียน
6. การใช้สื่อต้องใช้ในโอกาสที่เหมาะสม ไม่ควรใช้มากเกินไป เมื่อนักเรียนเข้าใจบทเรียนแล้วก็ไม่จำเป็นต้องใช้ หลังจากการใช้สื่อต้องมีการสรุปเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากสื่อกับสาระที่เรียนอยู่ในบทเรียน
7. หลังการใช้สื่อ ต้องมีการประเมินและติดตามผลเพื่อดูว่าสื่อสามารถช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ตามที่ต้องการหรือไม่ ควรปรับปรุงสื่ออย่างไรสำหรับการนำไปใช้ในโอกาสต่อไป
8. การใช้สื่อควรมีขีดจำกัด ไม่ควรใช้อย่างพร่ำเพรื่อจนนักเรียนติดสื่อไม่สามารถเรียนรู้ได้ถ้าไม่มีสื่อ

3.3 ข้อควรคำนึงในการใช้สื่อเทคโนโลยี

หลักการ แนวคิด และทฤษฎีการเรียนรู้จากกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบสื่อ ดังนี้

1. ไม่นำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่เหมือนการรับข้อมูลจากสื่อหรือบทเรียนเพียงอย่างเดียว แต่ควรรออกแบบกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง เช่น นำเสนอสถานการณ์ปัญหา แล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหา
2. สื่อเทคโนโลยีที่ออกแบบตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ควรเป็นการบูรณาการความรู้เดิมในศาสตร์ด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนเคยศึกษา มาใช้ร่วมกันในการสร้างความรู้ใหม่
3. สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยการออกแบบบทเรียนที่สามารถเชื่อมโยงการทำงานของผู้เรียนแต่ละคน
4. เนื่องจากการประเมินผลตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในชั้นเรียนปกติ ผู้เรียนและผู้สอนจะพิจารณาจากกระบวนการปฏิบัติงานและผลผลิตของงานมากกว่าการวัดความจำของผู้เรียนด้วยการทำข้อสอบ ฉะนั้นการประเมินผลจึงควรพิจารณาจากความสำเร็จของงาน รวมทั้งความสามารถในการถ่ายโอนความรู้

สวทท. (2555, หน้า 120) การใช้สื่อเทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ ควรเน้นให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านกระบวนการคิดและการทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาอย่างแท้จริง มิใช่ให้นักเรียนเรียนรู้เพียงการใช้โปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเท่านั้น การเรียนรู้และใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีที่ก้าวหน้ามีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้การทำความเข้าใจเนื้อหาและการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นไปอย่างสนุกสนานมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ทั้งนี้หากครูผู้สอนตระหนักถึงข้อดีและข้อเสีย และมีความรับผิดชอบต่อการสอนก็จะรู้จักทำให้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่ดีในการเรียนการสอน ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำลายจุดประสงค์ที่แท้จริงของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ในทางกลับกัน เมื่อนักเรียนรู้สึกประทับใจในเทคโนโลยีขั้นสูง ก็จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ที่สูงขึ้น และยอมทำความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

ในปัจจุบันแม้ว่าเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้า และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แต่ก็ต้องอาศัยความพร้อมของปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์เครื่องมือ สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ตลอดจนความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีของครู ครูพึงระลึกอยู่เสมอว่าสื่อพื้นฐานประเภทวัสดุอุปกรณ์ทั้งที่มีผู้อื่นทำไว้ และสื่อที่ครูสร้างขึ้นเองยังมีความสำคัญอยู่ สิ่งที่ควรคำนึงอย่างยิ่งในการใช้สื่อคือ สื่อนั้นต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ของบทเรียน และไม่ว่าสื่อการเรียนรู้อคณิตศาสตร์จะดีและมีประสิทธิภาพสูงเพียงใดก็ตาม แต่ก็ไม่สามารถทดแทนครูได้อย่างสมบูรณ์ เพราะไม่มีทางที่สื่อการเรียนรู้เหล่านั้น จะมีชีวิตจิตใจ สามารถให้ความเมตตา เอาใจใส่ ติดตามดูแลนักเรียนให้ประสบความสำเร็จในการเรียนได้เหมือนที่ครูส่วนใหญ่กำลังทำกันอยู่ในปัจจุบันนั่นเอง

3.4 โปรแกรม The geometer's Sketchpad (GSP)

โปรแกรม GSP เป็นซอฟต์แวร์ที่มีรูปแบบพลวัต คือ มีการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวตลอดจนเปลี่ยนแปลงขนาดได้ มีเครื่องมือที่ใช้แทนวงเวียนและเส้นในแนวตรงสำหรับสร้างรูปต่าง ๆ มีคำสั่งซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับวัดขนาดของมุมและความยาวแทนโพรแทรกเตอร์และไม้บรรทัด มีคำสั่งและเครื่องคำนวณสำหรับหาค่าของพื้นที่หรือคำนวณค่าต่าง ๆ ตลอดจนมีเครื่องมือช่วยเขียนกราฟของฟังก์ชันต่าง ๆ ได้ ซึ่งครูสามารถใช้โปรแกรม GSP ประกอบการสอนได้ทั้งระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา และในระดับมหาวิทยาลัย

ในระดับประถมศึกษา ครูสามารถฝึกให้นักเรียนสร้างรูปเรขาคณิตพื้นฐาน เช่น วงกลม และรูปหลายเหลี่ยม ประยุกต์รูปพื้นฐานเป็นรูปต่าง ๆ ที่น่าสนใจ เช่น รูปบ้าน การ์ตูน หรือออกแบบลวดลายที่สวยงามตามใจชอบ โดยใช้คำสั่งการแปลงทางเรขาคณิตเป็นเครื่องมือ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ศึกษาสำรวจความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต จนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์ได้ตามทฤษฎีบททางเรขาคณิต เช่น ตรวจสอบว่า “เมื่อเส้นตรงสองเส้นตัดกันขนาดของมุมที่อยู่ตรงข้ามจะเท่ากันเสมอ”

ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นอกจากนักเรียนจะสร้างรูปพื้นฐานได้เช่นเดียวกับนักเรียนระดับประถมศึกษาแล้ว ครูยังสามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างรูปอื่น ๆ ที่ปกติแล้วสร้างด้วยดินสอ ไม้บรรทัด หรือโพรแทรกเตอร์จะทำได้ยาก แต่เมื่อใช้เครื่องมือที่มีในแบบร่างและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีมากขึ้นมาช่วยในการสร้าง นักเรียนก็จะทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น จินตนาการที่หลากหลายของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นมากเช่นเดียวกัน สิ่งที่นักเรียนในระดับนี้ควรจะมีโอกาสได้ฝึกฝนมากขึ้น คือ การสำรวจหาความสัมพันธ์จากรูปเรขาคณิตต่าง ๆ เพื่อสร้างข้อความคาดการณ์ว่าจะเกิดอะไรขึ้น หรือจะเป็นอย่างไร เช่น หาผลบวกของขนาดของมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยมแบบต่าง ๆ หรือเส้นแบ่งครึ่งมุมภายนอกและมุมภายในของมุม ๆ หนึ่งของรูปสามเหลี่ยมใด ๆ นั้นสัมพันธ์กันอย่างไร หลังจากนักเรียนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์ได้แล้ว ครูอาจให้นักเรียนอธิบายแสดงเหตุผลแบบนิรนัยเพื่อยืนยันว่าข้อความคาดการณ์ที่ได้นั้นเป็นจริงอีกครั้งหนึ่ง

ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย คณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนในระดับนี้มีความเป็นนามธรรมมากขึ้น แต่ถ้าหากครูสามารถแสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้นได้เท่าใด นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลางลงมา ก็จะเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุขมากขึ้นเท่านั้น และแม้กระทั่งนักเรียนที่มีความสามารถสูง เมื่อได้เห็นรูปภาพหรือกราฟที่ปรับขนาดและเคลื่อนไหวได้ก็อาจจะทำให้จินตนาการที่เขามีอยู่แล้วมีเพิ่มมากขึ้นไปอีก และค้นคว้าสิ่งใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น ได้อีกด้วย

ในการนำโปรแกรม GSP มาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมี

โอกาสสำรวจและค้นพบแนวคิดต่าง ๆ ในวิชาเรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส ตลอดจนถึงการหาค่าอนุพันธ์ของฟังก์ชันและการหาปริพันธ์ การใช้โปรแกรม GSP มีส่วนช่วยทำให้การสอนคณิตศาสตร์ เช่น การแปลงทางเรขาคณิตเกี่ยวกับการเลื่อนขนาน การหมุนและการสะท้อน ภาคตัดกรวย เวกเตอร์ แคลคูลัส และฟังก์ชันตรีโกณมิติ ง่ายต่อความเข้าใจ ช่วยในการพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น การนิกภาพ การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) การสร้างข้อความคาดการณ์ที่สามารถนำไปสู่การพิสูจน์ จึงอาจกล่าวได้ว่า โปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ดีมาก โปรแกรมหนึ่งในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นักเรียนที่สามารถใช้โปรแกรมนี้จะมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ และใช้เป็นสื่อในการค้นคว้าเพื่อสร้างสรรค์โครงการคณิตศาสตร์ที่ตรงกับความสนใจ และสอดคล้องกับระดับความสามารถอีกด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เล็งเห็นประโยชน์ของโปรแกรม GSP ที่มีต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้จัดซื้อลิขสิทธิ์โปรแกรมแปลเป็นภาษาไทย และนำโปรแกรมนี้เข้าสู่การศึกษาของประเทศไทย ด้วยการเผยแพร่จัดอบรม และขยายผลการใช้โปรแกรม GSP นี้ไปสู่โรงเรียนทั่วประเทศ โดยจัดตั้งศูนย์อบรมการใช้โปรแกรม GSP ให้กับครูคณิตศาสตร์ 40 ศูนย์โรงเรียนทั่วประเทศเพื่อขยายผลในห้องเรียน

งานวิจัยจำนวนมากรายงานว่า โปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีที่เหมาะสมและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ ดังเช่น

สุธีรา แก้วบุญเรือง (2555) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยให้การสอนคณิตศาสตร์เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น และผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการนิกภาพหรือภาพเคลื่อนไหวของกระบวนการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้นรวมทั้งสามารถสร้างความเข้าใจในปัญหาที่กระจ่างชัดเป็นรูปธรรม

สุทธาภรณ์ ต้นสินนท์ (2554) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงต้องนำเทคโนโลยีเข้ามาพัฒนาประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ซึ่งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสอนเรขาคณิตได้อย่างมีประสิทธิภาพช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เรขาคณิตที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมมากขึ้น

นัยนา บุญสมร (2550) กล่าวว่า การสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากโปรแกรม มีลักษณะสำคัญคือกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ ตื่นเต้น และสามารถทำความเข้าใจหรือการหาคำตอบด้วยตนเอง

สมจิตร บุญเทียม (2553) กล่าวว่า โปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและเป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการจินตนาการภาพและทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา อีกทั้งยังสามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว (Animation) มาใช้อธิบายเนื้อหาหายาก ๆ ให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ตลอดจนเน้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตนเองได้จากบทเรียนปฏิบัติการที่สร้างขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม GSP

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากการจัดการเรียนการสอนของครู โดยมีผู้ให้ความหมายไว้ในแนวทางเดียวกัน ดังนี้

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2539, หน้า 16) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้านเนื้อหา และทักษะต่าง ๆ แต่ละวิชาที่ได้จัดสอนในระดับชั้นเรียนต่าง ๆ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งที่เป็นข้อเขียนและเป็นภาคปฏิบัติจริง

อารีย์ วชิรวรากร (2542, หน้า 143) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมองและสติปัญญาของนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนไปแล้ว โดยใช้แบบทดสอบ

สมพร เชื้อพันธ์ (2547, หน้า 53) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

พิมพ์นัช เดชะคุปต์ และเพชรวิทย์ ยินดีสุข (2548, หน้า 125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ปราณี กองจินดา (2549, หน้า 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

สาวิตรี ปรีพันธ์. (2553, หน้า 65) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาและทักษะต่าง ๆ ของแต่ละวิชาที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว เป็น

ความสามารถในการเข้าถึงความรู้ การพัฒนาทักษะในการเรียน โดยอาศัยความพยายามและแสดงออกในรูปความสำเร็จ ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้โดยอาศัยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งที่เป็นข้อเขียนและการปฏิบัติจริง

Good (1973, p. 7) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ คือการทำให้สำเร็จหรือประสิทธิภาพทางด้าน การกระทำในลักษณะที่กำหนดให้หรือด้านความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึง ความรู้ที่กำหนดให้ หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายหรือทั้งสองอย่าง

Mehrens (1976, p. 73) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะ และ สมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนต่อการเรียนแต่ละวิชา ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive domain) ในทางคณิตศาสตร์ซึ่ง Wilson (1971) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาใน การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับคือ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึก ถึงสิ่งที่เรียนมาแล้วการวิเคราะห์พฤติกรรมมี 3 ด้านคือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (knowledge of specific facts) เป็น ความสามารถที่จะระลึกข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับจากการเรียนรู้มาแล้วคำถามที่วัด ความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงซึ่งนักเรียนได้สะสมมาเป็นเวลานานแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับนิยามและศัพท์ (knowledge of terminology) เป็น ความสามารถที่จะระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ ได้แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (ability of carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนรู้มาแล้ว มาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับ ตัวอย่างนักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (comprehensiveness) เป็นความสามารถในการแปลความหมายและ การขยายความในปัญหาใหม่ ๆ โดยนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์การแสดงผลพฤติกรรมมี 6 ชั้นคือ

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือมโนคติ (knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงเพราะมโนคติเป็นนามธรรมที่ ประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น

โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียน มิฉะนั้นเป็นการวัดความจำ

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการกฎและการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (knowledge of principle, rule and generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการกฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของโจทย์ปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง (ability of transform problem elements from one mode to another) เป็นความสามารถในการเปลี่ยนข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่เช่นเปลี่ยนจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (algorithms) หลังจากเปลี่ยนแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการใช้หลักเหตุและผล (ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ซึ่งต่างจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความ โจทย์ปัญหาซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลขข้อมูลทางด้านสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (application) เป็นความสามารถในการนำความรู้กฎหลักการข้อเท็จจริง สูตรทฤษฎีที่เรียนรู้อยู่แล้ว ไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จการวัดพฤติกรรมมี 4 ขั้นคือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียนรู้ (ability to solve routine problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุดเพื่อสรุปการตัดสินใจซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้ง

ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (ability to recognize patterns isomorphisms and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหานั้นที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อนซึ่งส่วนใหญ่เป็น โจทย์ปัญหาพลิกแพลงแต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียนการแก้โจทย์ปัญหานั้นจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนรู้มารวมกับความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหายุติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพทางสมองระดับสูงแบ่งออกเป็น 5 ชั้นดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน (ability to solve nonroutine problems) คำถามในชั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างนักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจในมตินิยามตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วอย่างดีเพื่อแก้ปัญหานั้น

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหานั้นแทนการจำความสัมพันธ์เดิมนำมาใช้กับข้อมูลใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (ability to construct proofs) เป็นความสามารถในการสร้างภาษาเพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลโดยอาศัยนิยามสัจพจน์และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (ability to criticize proof) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์พฤติกรรมในชั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบ

ข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่มีตอนใดผิดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องให้มีผลใช้ได้เป็นกรณีทั่วไป (ability to formulate and validate generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหาและพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายทั่วไปของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้คำนิยามไว้ดังนี้

Ross and Stanley (1967) ได้ให้ความหมายว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทางวิชาการเช่นแบบทดสอบวิชาเลขคณิต แบบทดสอบวิชาพีชคณิต เป็นต้น

สิริพร ทิพย์คง (2545) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนให้มีความรู้ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน (standardized achievement test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลและประเมินผลร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในสาขาเฉพาะวิชามีการวางแผนการสร้างข้อสอบอย่างมีระบบกำหนดวัตถุประสงค์มีการทดลองใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความเป็นมาตรฐานมีการกำหนดเวลาและวิธีการดำเนินการของการทดสอบตลอดจนคู่มือประกอบการใช้แบบทดสอบอย่างละเอียดมีการวิเคราะห์และปรับปรุงหลายครั้งจนได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพดี

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้น (teacher made test) เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนในเรื่องที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปแล้ว

จากความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนใหญ่ที่สร้างขึ้นมีความมุ่งหมายที่สำคัญคือใช้ตรวจสอบคุณภาพนักเรียนด้วยวิธีที่หลากหลายซึ่งอาจจะเน้นการวัดความรู้ความคิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ครอบคลุมถึงเจตคติทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอและตรงตามความเป็นจริงผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้และการเลือกรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

5. ดัชนีประสิทธิผล

มีผู้ให้ความหมายของดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) ไว้ดังต่อไปนี้
กรมวิชาการ (2545, หน้า 58) กล่าวว่า ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เป็นค่าแสดง
ความก้าวหน้าของผู้เรียนดัชนีประสิทธิผลควรมีค่า 0.5 ขึ้น

บุญชม ศรีสะอาด (2546, หน้า 157-159) กล่าวว่าในการวิเคราะห์หาประสิทธิผลของสื่อ
วิธีสอน หรือนวัตกรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและพัฒนาขึ้นว่ามีประสิทธิผล (effectiveness) เพียงใด
ก็จะนำสื่อที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่อยู่ในระดับเหมาะสม แล้วนำผลการทดลอง
มาวิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผล

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2546, หน้า 170) ได้กล่าวถึงดัชนีประสิทธิผลไว้ว่า ค่าที่คำนวณจะ
ได้เป็นทศนิยม ซึ่งค่าทศนิยมที่ได้ถ้ามีค่าใกล้ 1 มากเพียงใดยิ่งแสดงว่าสื่อนั้นมีประสิทธิภาพมาก
ข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณ มาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งการทดสอบ
ก่อนเรียน และการทดสอบหลังเรียน

เพชฌุ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี (2544, หน้า 30-36) ได้วิเคราะห์ประสิทธิภาพ
ของสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับประสิทธิภาพของกระบวนการของ
สื่อ (E1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) สรุปได้ว่า เป็นการพิจารณาที่เน้นกระบวนการ (E1)
กับผลลัพธ์ของสื่อ (E2) ที่ใช้ ถ้าหากผู้วิจัยต้องการพิจารณาต่อไปว่าแผนการเรียนหรือสื่อที่สร้างขึ้น
ยังมีคุณภาพในแง่มุมมองอื่นอีกหรือไม่ ก็สามารถพิจารณาได้โดยดูพัฒนาการของนักเรียน คือ พิจารณา
ว่าก่อนหรือหลังการเรียนเรื่องใด ๆ นักเรียนได้พัฒนาหรือมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อได้
หรือไม่ หรือเพิ่มขึ้นเท่าไร ซึ่งอาจจะพิจารณาได้จากการคำนวณหาค่า t-test (dependent samples)
หรือหาค่าดัชนีประสิทธิผล (effectiveness index: E.I.) มีรายละเอียดดังนี้

1. การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน โดยอาศัยการหาค่า t-test (dependent samples)
เป็นการพิจารณาว่านักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อได้หรือไม่ โดยทำการทดสอบนักเรียน
ทุกคนก่อนเรียน (pre-test) และหลังเรียน (post-test) แล้วนำมาหาค่า t-test (dependent samples)
หากมีนัยสำคัญทางสถิติก็ถือได้ว่านักเรียนกลุ่มที่ผู้วิจัยกำลังศึกษามีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อได้

2. การพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน โดยอาศัยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล
(effectiveness index: E.I.) ใช้วิธีการของกูดแมน เฟลคเทอร์ และชไนเดอร์ มีสูตรดังนี้

ดัชนีประสิทธิผล (รายบุคคล) เท่ากับ ความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียน
หารด้วยความแตกต่างของคะแนนเต็มกับคะแนนก่อนเรียน

ดัชนีประสิทธิผล (กลุ่ม) เท่ากับ ความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนของ
ของทุกคนหารด้วยความแตกต่างของ (คะแนนเต็มคูณด้วยจำนวนผู้เรียน) กับคะแนนก่อนเรียน

ของทุกคน

$$E.I. \text{ รายบุคคล} = \frac{\text{คะแนนสอบหลังเรียน} - \text{คะแนนสอบก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม} - \text{คะแนนสอบก่อนเรียน}}$$

$$E.I. \text{ กลุ่ม} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}$$

การหาค่า E.I. ทั้งรายบุคคลและกลุ่ม เป็นการพิจารณาพัฒนาการในลักษณะที่ว่าเพิ่มขึ้นเท่าไร ไม่ได้ทดสอบว่าเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ เช่น ค่า E.I. = 0.6240 นั้น เรียกว่า หาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) และเพื่อให้สื่อความหมายกันง่ายขึ้นจึงแปลงคะแนนให้อยู่ในรูปร้อยละ เช่น จากค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) = 0.6240 คิดเป็นร้อยละ 62.40

จากข้างต้น สรุปได้ว่า ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เป็นค่าที่แสดงความก้าวหน้าของผู้เรียน โดยพิจารณาจากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป

6. ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกของบุคคลไม่ว่าจะเป็นทางบวกหรือทางลบ ซึ่งเป็นผลจากความเชื่อหรือประสบการณ์ที่ได้พบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

6.1 ความหมายของความพึงพอใจ

มีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ในแนวทางเดียวกัน ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน (2542) ให้ความหมายของความพึงพอใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ พฤติกรรมเกี่ยวกับความพึงพอใจของมนุษย์คือความพยายามที่จะจัดความตึงเครียด หรือความกระวนกระวาย หรือภาวะไม่ได้ดุลยภาพในร่างกาย ซึ่งเมื่อมนุษย์สามารถจัดสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้แล้ว มนุษย์ย่อมได้รับความพึงพอใจในสิ่งที่ตนต้องการ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช (2537, หน้า 19) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Satisfaction” ซึ่งมีความหมายว่า “ระดับความรู้สึกในทางบวกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง”

กิตติพร อาจวิชัย (2554) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานเป็นเรื่องของความรู้สึกของบุคคลที่มีต่องานที่ปฏิบัติอยู่และความพึงพอใจจะส่งผลต่อความคิดในการปฏิบัติงาน อย่างไรก็ดี ความพึงพอใจของแต่ละบุคคลไม่มีวันสิ้นสุด เปลี่ยนแปลงได้เสมอตามกาลเวลาและสภาพแวดล้อม บุคคลจึงมีโอกาสที่จะไม่พึงพอใจในสิ่งที่เคยพึงพอใจมาแล้ว

วรรณศิริ เพ็ญสิทธิ์ (2546) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกส่วนตัวที่รู้สึกเป็นสุขหรือยินดีที่ได้รับการตอบสนองความต้องการในสิ่งที่ขาดหายไป หรือสิ่งที่ทำให้เกิดความไม่สมดุล ความพึงพอใจเป็นสิ่งที่กำหนดพฤติกรรมที่จะแสดงออกของบุคคล ซึ่งมีผลต่อการเลือกที่จะปฏิบัติในกิจกรรมใด ๆ นั้น

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2542) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า เป็นความรู้สึกพึงพอใจในการร่วมกิจกรรมแบบเต็มใจ และพึงพอใจจนเกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน

Wallerstein (1971, p. 256) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย และอธิบายว่าความพึงพอใจ เป็นการกระทำทางจิตวิทยา ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน แต่สามารถคาดคะเนว่า ได้มีหรือไม่มีจากการสังเกตพฤติกรรมของคนเท่านั้น การที่จะทำให้คนเกิดความพึงพอใจจะต้องศึกษาปัจจัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของความพึงพอใจนั้น

Good (1973) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง คุณภาพ หรือระดับความพอใจ ซึ่งเป็นผลจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อกิจกรรม

Wolman (1973) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่มีความสุขเมื่อเราได้รับผลสำเร็จความมุ่งหมายความต้องการหรือแรงจูงใจ

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยเกิดจากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้น หรือเป็นผลจากความเชื่อหรือประสบการณ์ที่ได้สัมผัส ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกทางบวกที่ทำให้บุคคลกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติงานและมีขวัญกำลังใจที่ดี

6.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

องค์ประกอบที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ คือสิ่งจูงใจหรือแรงจูงใจ นักจิตวิทยาแบ่งแรงจูงใจออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ได้แก่ การจูงใจที่เกิดจากความรู้อยู่ภายในของผู้เรียนเอง เช่น ความต้องการ ความสนใจ และทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น อยากเรียน เต็มใจและตั้งใจเรียน เพราะต้องการความรู้มิใช่เรียนเพราะหวังผลอย่างอื่น และ

2. แรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) ได้แก่ การจูงใจที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอกมาชักจูงหรือกระตุ้นให้เกิดการจูงใจภายในขึ้น เป็นต้นว่า วิธีสอน บุคลิกภาพของผู้สอน และเทคนิคที่ครูใช้ในการสอน จะเป็นสิ่งจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกอยากเรียน การกระทำที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอกไม่ได้เป็นการกระทำเพื่อความสำเร็จของสิ่งนั้นอย่างแท้จริง แต่เป็นการ

กระทำเพื่อสิ่งจูงใจอย่างอื่น เช่น การเรียนหวังคะแนน นอกเหนือไปจากการได้รับความรู้

ทฤษฎีความต้องการของมาสโลว์ (Maslow's of Need) สรุปลงได้ว่า มนุษย์ถูกกระตุ้นจากความปรารถนาที่จะได้ครอบครอง ความต้องการเฉพาะอย่าง ซึ่งบุคคลย่อมมีความต้องการอยู่เสมอ และไม่มีสิ้นสุด เมื่อความต้องการใดได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการอย่างอื่นก็จะเกิดขึ้นอีก ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่เป็นสิ่งจูงใจอีกต่อไป

ตามทฤษฎีของมาสโลว์ (Maslow, 1970, pp. 80-81) ได้จัดประเภทความต้องการตามความสำคัญออกเป็น 5 ระดับ จากต่ำไปสูง ดังนี้

1. ความต้องการทางร่างกาย (Physiological needs) เป็นความต้องการพื้นฐานเพื่อความอยู่รอด เช่น อาหาร อากาศ น้ำดื่ม ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ความต้องการการยกย่อง และความต้องการทางเพศ
2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety needs) หรือความต้องการที่เหนือกว่าความต้องการการอยู่รอด ซึ่งมนุษย์ต้องการในระดับที่สูงขึ้น เช่น ต้องการความมั่นคงในการทำงาน ความต้องการได้รับการปกป้องคุ้มครอง ความต้องการความปลอดภัยจากอันตรายต่าง ๆ เป็นต้น
3. ความต้องการด้านสังคม (Social needs) หรือความต้องการความรักและการยอมรับ (Love and belongingness needs) เช่น ความต้องการทั้งในแง่ของการให้และการได้รับซึ่งความรัก ความต้องการเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะ ความต้องการให้ได้รับการยอมรับ
4. ความต้องการการยกย่อง (Esteem needs) ซึ่งเป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัว (Self-esteem) ความนับถือ (Recognition) และสถานะ (Status) จากสังคม ตลอดจนเป็นความพยายามที่จะให้มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับบุคคลอื่น เช่น ความต้องการให้ได้รับการเคารพนับถือ ความสำเร็จ ความรู้ ศักดิ์ศรี ความสามารถ สถานะที่ดีและมีชื่อเสียงในสังคม
5. ความต้องการประสบความสำเร็จสูงสุดในชีวิต (Self-actualization needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ซึ่งถ้าบุคคลใดสามารถบรรลุความต้องการในขั้นนี้ จะได้รับการยกย่องเป็นบุคคลพิเศษ เช่น ความต้องการที่เกิดจากความสามารถทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จ นักร้อง หรือนักแสดงที่มีชื่อเสียง

สาระสำคัญของทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ สรุปลงได้ว่า ความต้องการทั้ง 5 ขั้นของมนุษย์มีความสำคัญไม่เท่ากัน การจูงใจตามทฤษฎีนี้จะต้องพยายามตอบสนองความต้องการของมนุษย์ซึ่งมีความต้องการตามลำดับขั้นที่แตกต่างกัน และความต้องการในแต่ละขั้นจะมี ความสำคัญต่อบุคคลมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความพึงพอใจที่ได้รับการตอบสนองความต้องการในขั้นนั้น ๆ

6.3 การวัดความพึงพอใจ

ความพึงพอใจของบุคคลเป็นนามธรรม จึงเป็นการยากที่จะวัดได้โดยตรง แต่เราสามารถวัดจากความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้นแทน ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ถ้าบุคคลเหล่านั้นแสดงความคิดเห็นไม่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง แต่ความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ย่อมเกิดขึ้นได้เช่นเดียวกับการวัดโดยทั่ว ๆ ไป มีนักการศึกษาให้ทัศนะเกี่ยวกับการวัดความพึงพอใจไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

ปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดความพึงพอใจ สรุปได้ดังนี้ (1) เพื่อจะได้เข้าถึงความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจในการทำงานกับการปฏิบัติงานว่าอะไรเป็นสาเหตุทำให้บุคคลทำงานได้ดี (2) เพื่อจะได้เข้าถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความพึงพอใจและความไม่พึงพอใจในการทำงาน

ภณิกา ชัยปัญญา (2541) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้น สามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพอใจในด้านต่าง ๆ
2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจะได้ข้อมูลที่เป็นจริง
3. การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจ โดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดจา กริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

หทัยทัศน์ ประทุมสูตร (2542) กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจ พอสรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจเป็นเรื่องที่เปรียบเทียบได้กับความเข้าใจทั่ว ๆ ไป ซึ่งปกติจะวัดได้จากการสอบถามจากบุคคลที่ต้องการจะถาม การศึกษาความพึงพอใจอาจแยกตามแนวทางวัดได้ 2 แนวทางคือ (1) วัดจากสภาพทั้งหมดของแต่ละบุคคล เช่น ที่ทำงาน ที่บ้าน และทุก ๆ อย่างที่เกี่ยวข้องกับชีวิต การศึกษาตามแนวทางนี้จะได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ แต่ยุ่งยากในการวัดและเปรียบเทียบ (2) วัดได้โดยแยกออกเป็นองค์ประกอบ เช่น องค์ประกอบที่เกี่ยวกับงาน การนิเทศงานเกี่ยวกับนายจ้าง

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

สาวิตรี ปารีพันธ์ (2553) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติ - วิสซึม เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โรงเรียนกุตาไก้วทยาคม อำเภอปลาปาก จังหวัดนครพนม จำนวน 34 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซซิม เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการ สอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซซิม เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร อยู่ในระดับดีขึ้นไป และภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซซิม เรื่อง พื้นที่ผิวและ ปริมาตร ผ่านไป 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทดสอบกับนักเรียน กลุ่มทดลองอีกครั้งหนึ่ง โดยเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นแบบ ปรนัย 30 ข้อ 30 คะแนน หลังเรียนกับคะแนนหลังทดลองสอนผ่านไป 2 สัปดาห์ โดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซซิม ใช้ t-test แบบ Dependent Samples พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซซิม มีความคงทนในการเรียนรู้

สุรางค์ทิพย์ นครไพโร (2554) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ พัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ตาม แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และศึกษาความคิดเห็นของ นักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการ วิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สามารถสร้างองค์ ความรู้และตรวจสอบความรู้ได้ด้วยตัวเอง มีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น สามารถ อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน เรียนรู้ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล มีทักษะในการ ทำงานร่วมกับผู้อื่น มีกระบวนการกลุ่ม มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาพร้อมกัน มีความรับผิดชอบ มี การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่งผลให้นักเรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 75.33 และ จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 80.00 สำหรับทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยภาพรวมจะมีการนำขั้นตอน ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาในระดับดีมาก ส่วนความคิดเห็นของนักเรียนที่ มีต่อการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ พบว่าโดยภาพ รวมอยู่ในระดับมาก คือ ด้านการมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.38$) ด้านสื่อ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.27$) รองลงมาคือด้านบรรยากาศในชั้นเรียน ($\bar{x} = 4.72$) อยู่ในระดับมากที่สุด และลำดับต่อมาคือด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{x} = 3.54$) อยู่ในระดับปาน กลาง

จันทร์พินทุ์ พัฒนโอฬาร (2556) ได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

เพื่อส่งเสริมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยศึกษาผลของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนออนไลน์ ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนวัดนครนาราม อำเภอพุนพินจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินคุณภาพของการออกแบบบทเรียนออนไลน์ ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบสื่อและการนำเสนอ และด้านการวัดผล มีคุณภาพของการออกแบบ มีความสอดคล้องกับหลักการ ทฤษฎีและกรอบแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนออนไลน์ ผลการศึกษาการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาได้ในระดับดีมาก นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ดังนั้น ผู้วิจัยสรุปว่า “บทเรียนออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้”

จำปรีญา อุดรา (2550) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 70 และผู้เรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโนนทันวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 5 จำนวน 20 คน รูปแบบการวิจัยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการจัดกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นให้สอดคล้องกับความสนใจและประสบการณ์ของผู้เรียน เพื่อให้เกิดความรอบรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติในเรื่องที่เรียน รวมทั้งการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาด้วยตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลาย ทั้งจากสื่อที่เป็นรูปธรรม กึ่งรูปธรรมและสัญลักษณ์ ผู้เรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้ใช้ภาษาในการสื่อสารทั้งภาษาพูดและภาษาเขียน รวมถึงแผนภูมิ แผนภาพที่ผู้เรียนนำเสนอ ผู้เรียนมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 73.63 และผู้เรียนจำนวนร้อยละ 85 ของผู้เรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ทรงศรี กันทะ (2551) ได้ทำการวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่อพฤติกรรมกรเรียนแบบสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงราย เขต 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 370 คน โดยได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น จากประชากรจำนวน 3,353 คน ตัวแปรที่ใช้ศึกษา ประกอบด้วยตัวแปรอิสระที่เป็นปัจจัยภายใน ได้แก่ เจตคติต่อการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ตัวแปรภายนอก ได้แก่ ความคาดหวังของครอบครัว การอบรมเลี้ยงดูของครอบครัว สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครู วิธีสอนของครู ตัวแปรตาม คือ พฤติกรรมกรเรียนแบบสร้างองค์ความรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ จำนวน 8 ฉบับ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลรวมต่อพฤติกรรมกรเรียนแบบสร้างองค์ความรู้สูงสุดคือ สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านเจตคติต่อการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ รองลงมา ได้แก่ สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครู มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การอบรมเลี้ยงดูของครอบครัว มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านเจตคติต่อการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ วิธีสอนของครู มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านเจตคติต่อการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ส่วนตัวแปรที่มีอิทธิพลเฉพาะทางตรงต่อพฤติกรรมกรเรียนแบบสร้างองค์ความรู้ คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และตัวแปรที่มีอิทธิพลเฉพาะทางอ้อมต่อพฤติกรรมกรเรียนแบบสร้างองค์ความรู้ ประกอบด้วย เจตคติต่อการเรียนผ่านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคาดหวังของครอบครัวผ่านเจตคติต่อการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

อาภาพร ปัญญาฟู (2551) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมกรเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/ 1 โรงเรียนแก่งวิทยานุกูล จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยได้ฝึกการคิดสร้างความรู้ด้วยตนเองจากสถานการณ์ปัญหาที่สร้างให้สอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน และรู้จักการไตร่ตรองปัญหาร่วมกับผู้อื่นในระบบกลุ่ม ให้นักเรียนเป็นผู้ที่รู้จักการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น มีความกล้าแสดงออก มีความเชื่อมั่นในตนเอง และยังสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยการสร้างสถานการณ์ด้วยตนเองได้ด้วย บรรยายภาคในการเรียน

เป็นการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และเพิ่มความสามัคคีในหมู่คณะ นักเรียนจำนวนร้อยละ 71.87 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 71.50 ผ่านเกณฑ์ความรู้ 70/ 70 ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ชูลีมาตร บรรณจงส์ (2553) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เรื่อง ความน่าจะเป็น วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/ 75 และได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องความน่าจะเป็น ที่สอนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง กับการสอนแบบปกติ พร้อมทั้งศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ ๗ ดังกล่าว กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุรนารีวิทยา อำเภอเมืองนครราชสีมา จำนวน 133 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 39 คน และกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง จำนวน 94 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเรื่องความน่าจะเป็น มีค่า E_1/E_2 เท่ากับ 84.75/ 76.11 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 75/ 75 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มที่สอนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อยู่ในระดับมาก

จิรพรรณ คงเคารพธรรม (2553) ได้วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน เรื่องเศษส่วนย่อย โดยใช้แนวคิดทฤษฎี Constructivism เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนย่อย ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ระหว่างการสอนโดยใช้แนวคิดทฤษฎี Constructivism กับการสอนปกติ และศึกษาความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนย่อย ของนักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยใช้แนวคิดทฤษฎี Constructivism กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนย่อย ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่สอนโดยใช้แนวคิดทฤษฎี Constructivism สูงกว่าที่สอนโดยใช้การสอนปกติ และนักศึกษาที่ได้รับการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนย่อย โดยใช้แนวคิดทฤษฎี Constructivism มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนปกติ

Muthukrishna (1993, อ้างถึงใน มัณฑนา พักขา, 2549, หน้า 55) ได้ศึกษาตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีสอน 2 วิธี คือการสอนยุทธวิธีแบบขัดแย้งด้วยการอธิบายโดยตรงกับการสอน

แบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่ทำให้เกิดการค้นพบด้วยวิธีชี้นำ (Guided Discovery) ต่อการพัฒนาทักษะทางปัญญาระดับสูงเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยแบ่งนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คนออกเป็น 4 กลุ่มย่อย ได้แก่ กลุ่มที่ 1 รับการสอนแบบการสร้างความรู้ด้วยตนเอง กลุ่มที่ 2 รับการสอนยุทธวิธีการอธิบายโดยตรง กลุ่มที่ 3 รับการสอนยุทธวิธีการอธิบายโดยตรงกับการใช้บรรยากาศแบบสร้างความรู้ด้วยตนเองและกลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุมซึ่งรับการสอนแบบเดิม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนในบรรยากาศการสอนแบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีพัฒนาการดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนยุทธวิธีการอธิบายโดยตรง

Moore (2005) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ผ่านการทำงานกลุ่มในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการทำงาน of นักเรียนในชั้นเรียนมีผลกระทบเชิงบวก นักเรียนสามารถจดจำคำถามได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ห้อย่างมีเหตุผลก็เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญด้วย และพบว่านักเรียนที่มีคะแนนต่ำสุด 15 คนซึ่งพิจารณาจากคะแนน Z มีการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นร้อยละ 100 ผลการวิจัยอื่น ๆ ที่พบคือ ความมั่นใจ ความเพียรพยายามและทัศนคติของนักเรียนทุกคนมีการพัฒนาสูงขึ้น นักเรียนร่วมกันอภิปรายแนวคิด แลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ให้การสนับสนุนซึ่งกันและกัน และร่วมกันคิดวิเคราะห์อย่างสร้างสรรค์

Harling (2004) ได้ศึกษามุมมองของนักเรียนเกรด 5 ในการเรียนรู้โดยวิธีสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อเพิ่มความเข้าใจในเรื่องของความเครียด ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความตระหนักในตัวเอง การเห็นคุณค่าความเข้าใจ ความรู้สึกของผู้อื่นและเห็นคุณค่าของความสัมพันธ์ของมนุษย์มากขึ้น

จากการศึกษานานวิจัยทั้งหมดดังที่ได้กล่าวมานั้น เป็นการสนับสนุนงานวิจัยนี้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้แนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และความพึงพอใจในการเรียนของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ลึกซึ้งกว่าการเรียนที่ครูบอกความรู้แก่นักเรียนโดยตรง ทำให้นักเรียนมีความเชื่อและมีเป้าหมายเชิงบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนให้ความสำคัญกับความเข้าใจและการร่วมมือกันมากกว่าให้ความสำคัญกับสาเหตุภายนอกที่เป็นปัจจัยของความสำเร็จน้อยลง และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน หรือระหว่างผู้เรียนด้วยกันมากขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรม ทำให้ผู้วิจัยเชื่อว่ากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่สร้างขึ้นจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดี ส่งผลให้ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)

สุพิน พองจางวาง (2551) ได้เปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยประยุกต์ใช้โปรแกรม GSP กับการสอนแบบปกติ โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี จำนวน 80 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถเชิงปริภูมิเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยประยุกต์ใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยประยุกต์ใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กรรณิกา ผาสุข (2549) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์และแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/ 75 ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์และแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนศึกษาความพึงพอใจและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1/ 2549 โรงเรียนบ้านท่าเสี้ยว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 จำนวน 46 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) บทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 78.09/ 76.63 และแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบโปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 79.13/ 76.41 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่คาดหวังไว้คือ 75/ 75 (2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมีดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6133 และแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบโปรแกรม GSP มีดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6401 (3) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนประกอบโปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกัน (4) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนประกอบโปรแกรม GSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกัน (5) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์และนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนประกอบโปรแกรม GSP มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (6) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์และนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนประกอบโปรแกรม GSP มีความพึงพอใจต่อการเรียน โดยรวมอยู่ในระดับมาก (7) นักเรียนที่เรียนด้วย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ และนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนประกอบโปรแกรม GSP มีความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนไปแล้วได้ร้อยละ 99.15 และ 98.98 ของคะแนนทดสอบหลังเรียน ตามลำดับ

ปานิสรา จันทร์สุข (2555) ได้เปรียบเทียบเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ระหว่างการใช้โปรแกรม GSP กับการเรียนแบบปกติ พร้อมหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ความสามารถในการให้เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองแขงวิทยาจังหวัดอุดรธานี จำนวน 44 คน จาก 2 ห้องเรียนซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต มีค่าเท่ากับ 0.6495 และ 0.6186 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ คิดเป็นร้อยละ 64.95 และ 61.86 ตามลำดับ และยังพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุธีรา แก้วบุญเรือง (2555) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP กับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีสิริเกศ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 91 คน จาก 2 ห้องเรียนซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนกนาด อาจยะศรี (2553) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) กับการใช้โปรแกรมเครื่องคำนวณเชิงกราฟ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน จำนวน 116 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม (GSP) กับการใช้โปรแกรมเครื่องคำนวณเชิงกราฟแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมเครื่องคำนวณเชิงกราฟ

สำหรับคะแนนค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม (GSP) กับโดยใช้โปรแกรมเครื่องคำนวณเชิงกราฟไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุทธาภรณ์ ต้นสีนนท์ (2554) ได้ทำการวิจัยเพื่อ (1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือตามรูปแบบ STAD โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ฟังก์ชันเลขชี้กำลังและฟังก์ชันลอการิทึม ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/ 75 (2) หาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือตามรูปแบบ STAD โดยใช้โปรแกรม GSP (3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือตามรูปแบบ STAD โดยใช้โปรแกรม GSP กับกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และ (4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือตามรูปแบบ STAD โดยใช้โปรแกรม GSP กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนน้ำพองศึกษา 2 ห้องเรียน จำนวน 90 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่า (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือตามรูปแบบ STAD โดยใช้โปรแกรม GSP ประสิทธิภาพเท่ากับ 76.62/ 77.57 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 75/ 75 (2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือตามรูปแบบ STAD โดยใช้โปรแกรม GSP มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5696 (3) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือตามรูปแบบ STAD โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือตามรูปแบบ STAD โดยใช้โปรแกรม GSP ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยรวมอยู่ในระดับมาก

นัยนา บุญสมร (2550) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการสอน โดยใช้สื่อ โปรแกรม GSP กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 84 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้สื่อ โปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้สื่อ โปรแกรม GSP และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนตามปกติ มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มีคะแนนจากแบบทดสอบด้วยรูปแบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ และจากแบบทดสอบด้วยรูปแบบหมุนภาพ ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้สื่อ โปรแกรม GSP มีคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จากแบบทดสอบด้วยรูปแบบซ็อนภาพสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3)

นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมจิตร บุญเทียม (2553) ได้ทำการวิจัยเพื่อ (1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/ 75 (2) หาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม GSP (3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม GSP กับนักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ปกติ (4) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์ของนักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม GSP กับนักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ปกติและ (5) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม GSP กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนครจำนวน 54 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่า (1) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีประสิทธิภาพ 72.62/ 74.88 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 75/ 75 (2) ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม GSP เท่ากับ 0.6629 แสดงว่านักศึกษามีความก้าวหน้าในการเรียน คิดเป็นร้อยละ 66.29 (3) นักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (4) นักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม GSP กับนักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ปกติ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน และ (5) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม GSP โดยรวมและเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดผลและประเมินผล อยู่ในระดับปานกลาง

สันติ อธิพิณนาวากุล (2550) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน โดยใช้โปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และเพื่อศึกษาความคิดรวบยอดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน โดยใช้โปรแกรม GSP กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวิทยา กรุงเทพมหานคร จำนวน 43 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน

โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/ 80 โดยมีค่าเฉลี่ย 85.94/ 86.64 ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ภาคตัดกรวย สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ภาคตัดกรวย สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 75.70 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65

กิตติพร อาววิชัย (2554) ได้วิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องพาราโบลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/ 80 และได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนปฏิบัติการฯ ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนปฏิบัติการฯ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนปฏิบัติการ โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องพาราโบลา ดังกล่าว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จำนวน 57 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนปฏิบัติการ โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องพาราโบลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.96/ 83.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/ 80 ที่ตั้งไว้ และนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องพาราโบลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนมีความก้าวหน้าร้อยละ 51.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ที่ตั้งไว้ สำหรับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนฯ อยู่ในระดับมากที่สุด

ศิริพันธ์ พากเพียร (2551) ได้พัฒนาโปรแกรมบทเรียน โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/ 75 หาดัชนีประสิทธิผลของโปรแกรมบทเรียนที่พัฒนาขึ้น และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้โปรแกรมบทเรียนที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบึงมะลูวิทยา อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 40 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมบทเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.67/ 77.25 ค่าดัชนีประสิทธิผลของโปรแกรมบทเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต มีค่าเท่ากับ 0.5412 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน โดยใช้โปรแกรมบทเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยสรุป โปรแกรมบทเรียน โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง

การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล สามารถนำไปใช้ได้ พร้อมทั้งเป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อพัฒนาในเนื้อหาและรายวิชาอื่นต่อไป

เพียรศิริ พิมพ์ทราย (2551) ได้พัฒนาโปรแกรมบทเรียน โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/ 75 และหาดัชนีประสิทธิผลของโปรแกรมบทเรียนที่พัฒนาขึ้น รวมทั้งศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้โปรแกรมบทเรียนที่พัฒนาขึ้นด้วย โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบึงมะลูวิทยา อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 44 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมบทเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.12/ 76.67 มีดัชนีประสิทธิผลของโปรแกรมบทเรียนเท่ากับ 0.6106 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้โปรแกรมบทเรียนฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

วัฒนา ปัญจรักษ์ (2551) ได้ทำการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พาราโบลา โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน และมีผู้ช่วยวิจัยจำนวน 4 คน กลุ่มเป้าหมายคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสกลนคร จำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน รูปแบบของการวิจัยประกอบด้วย การวิเคราะห์ทฤษฎี การวางแผน การปฏิบัติการสอน การสังเกต และประเมินผล และการสะท้อนผลการปฏิบัติ ผลการวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาและสร้างแผนกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนที่เน้นความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาโดย Heingraj (2006) ตามแนวทางทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเป็นกิจกรรมที่สามารถทำให้ผู้เรียนสามารถจัดกระทำและค้นพบองค์ความรู้จากกิจกรรมได้อย่างหลากหลายด้วยตัวของผู้เรียนเอง

สมหวัง สุขทวี (2552) ได้ทำการวิจัยเชิงคุณภาพโดยใช้รูปแบบทดลองเชิงการสอน เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นฐานในการเรียนการสอน ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน ผู้ช่วยวิจัย จำนวน 5 คน ทำหน้าที่ในการบันทึกวีดิทัศน์ จำนวน 3 คน และบันทึกภาคสนามจำนวน 2 คน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมสมบูรณน้ำพูน จังหวัดชัยบุรี ในสาขารัฐประชาธิปไตย ประชาชนลาว จำนวน 6 คน คัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 2 คน ประกอบด้วยกลุ่มนักเรียนที่มีระดับคะแนนในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ทำการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้กรอบทฤษฎี APS ที่พัฒนาขึ้นโดย ชาญณรงค์ เสียงราช (2550) กำหนดระดับ

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (Action) ความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process) และความเข้าใจระดับโครงสร้าง (Structure) ผลการวิจัยพบว่าระดับความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปร กราฟสมการ การหาคำตอบของระบบสมการ และการแก้ระบบสมการ โดยใช้วิธีการสมดุล นั้นมีการพัฒนาความเข้าใจระดับการจัดกระทำไปเป็นความเข้าใจระดับกระบวนการได้

อมรรัตน์ แสงทอง (2553) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/ 80 และได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวมทั้งศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดบางวัว จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 88.49/83.48 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ (3) เจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP อยู่ในระดับมากที่สุด

ศุภวัลย์ ภูประเสริฐ (2552) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองเพื่อ (1) สร้างบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สาระเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สาระเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนปฏิบัติการปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/ 4 โรงเรียนอนุบาลสมเด็จพระวันรัต จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 77.13/ 76.94 (2) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น อยู่ในระดับมาก

วารางคณา ก้อมน้อย (2554) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้นสำหรับสองตัวแปรตัดสินใจ โดยใช้โปรแกรม GSP เป็น

เครื่องมือในการเรียนรู้ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้โปรแกรม GSP กับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี จำนวน 44 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีค่าประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 81.21/80.68$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ $E_1/E_2 = 70/70$ ที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธนวิทย์ ธารน้ำทิพย์ (2555) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปวงกลม โดยใช้โปรแกรม GSP และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง รูปวงกลม โดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบูรณะ กรุงเทพมหานคร โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบูรณะ กรุงเทพมหานคร จำนวน 46 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปวงกลม โดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง รูปวงกลม โดยใช้ โปรแกรม GSP

อุบล กลองกระโทก (2550) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างสื่อการสอนการสำรวจเมทริกซ์ของการแปลงโดยใช้เรขาคณิตพลวัต (GSP) และสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษาที่ใช้สื่อการสอนดังกล่าว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 ประจำปีการศึกษา 2550 โดยที่ทุกคนได้ฝึกทักษะการสร้างสื่อการสอนการสำรวจเมทริกซ์ของการแปลงโดยใช้เรขาคณิตพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของการใช้คู่มือการสร้างสื่อดังกล่าว ปรากฏว่าคู่มือการสร้างสื่อมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นการแสดงว่า คู่มือการสร้างสื่อการสอนการสำรวจเมทริกซ์ของการแปลงโดยใช้เรขาคณิตพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นน่าจะมีประสิทธิภาพในการนำไปสร้างเป็นสื่อการสอนการสำรวจเมทริกซ์ของการแปลงโดยใช้เรขาคณิตพลวัต หรือเป็นแนวทางในการสร้างสื่อการสอนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ต่อไป

วิมล อยู่พิพัฒน์ (2551) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนกับหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนไพร่ โยคมณีกาญจน์วิทยา จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ดำเนินการสอนโดยใช้บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการ

เชื่อมโยง เรื่อง การวัด โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง ใช้เวลาทั้งสิ้น 11 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนปฏิบัติการ โดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประจวบ ศรีภิกลา (2554) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องกราฟเบื้องต้นกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องกราฟเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนได้รับการสอน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีเกณฑ์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.10

จุฑารัตน์ ศรีทอง (2554) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนปฏิบัติการเรื่อง เส้นตรงโดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 หาประสิทธิภาพรวมทั้งศึกษาระดับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนปฏิบัติการเรื่องเส้นตรง โดยใช้โปรแกรม GSP กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ จังหวัดนนทบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน 35 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย ดำเนินการสอนโดยใช้บทเรียนปฏิบัติการเรื่อง เส้นตรง โดยใช้โปรแกรม GSP โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง ใช้เวลาทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง วิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้สูตร E_1/E_2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ t-test และวิเคราะห์เจตคติต่อบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนปฏิบัติการเรื่องเส้นตรง โดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.67/ 75.81 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/ 75 ซึ่งสอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเท่ากับเกณฑ์ร้อยละ 75 และระดับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนปฏิบัติการเรื่องเส้นตรง โดยใช้โปรแกรม GSP โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33 ซึ่งอยู่ในระดับดี

Lester (1996) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1996 โดยให้กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP และกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้ไม้บรรทัด ดินสอ ไม้โปรแทรกเตอร์และวงเวียน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของผลการสอบของนักเรียนหลังเรียนเรื่อง

การตั้งข้อคาดการณ์ทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

Nicholas (2013, อ้างถึงใน วราจกนา ก้อมน้อย, 2554) ได้นำโปรแกรม GSP เวอร์ชัน 4 มาสร้างแบบจำลองฟังก์ชันเชิงซ้อนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเข้าใจเรื่อง จำนวนเชิงซ้อน ระบายเชิงซ้อน ฟังก์ชันเชิงซ้อน และการเขียนกราฟของฟังก์ชันเชิงซ้อน ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรมและมีความเข้าใจในเนื้อหา สามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเองจากแบบจำลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

Ling (2004) ทำการวิจัยเรื่อง การเสริมการเรียนรู้เรื่องภาคตัดกรวยโดยใช้เทคโนโลยี เพื่อหาแนวทางการใช้เทคโนโลยีที่เพิ่มเติมการเรียนรู้เรื่องภาคตัดกรวยของนักเรียน และเพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้เทคโนโลยี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 11 คน กลุ่มที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ กลุ่มที่ 2 ใช้คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ใช้โปรแกรม GSP ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มสอนโดยผู้สอนคนเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า 2 กลุ่มที่ใช้เทคโนโลยี คะแนนไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติและสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่มีนักเรียนคนใดที่ได้รับคะแนนต่ำลง แต่ทัศนคติของกลุ่มควบคุมสูงกว่าทัศนคติของกลุ่มที่ใช้เทคโนโลยี 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรม GSP ผู้วิจัยมีความเห็นว่า โปรแกรม GSP เป็นโปรแกรมที่มีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในหลากหลายเรื่อง โดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิต การแปลง และกราฟ ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้โดยการสังเกต ตำรา ข้อความ และตรวจสอบเพื่อหาข้อสรุป เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน มีเจตคติที่ดีและช่วยให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นด้วย และการสอนโดยใช้บทเรียนปฏิบัติการในวิชาคณิตศาสตร์เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ความรู้ได้ด้วยการลงมือปฏิบัติ นักเรียนมีอิสระในการคิด ทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ และสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ กิจกรรม สื่อ อุปกรณ์ต่าง ๆ และสืบเสาะหาเหตุผลอันจะเป็นพื้นฐานการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. การออกแบบการวิจัย
4. เครื่องมือในการวิจัย
5. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. วิธีดำเนินการวิจัย
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 15 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 สายวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ 7 ห้องเรียน (ไม่รวมห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์) จำนวน 258 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 ห้องเรียนที่เรียนรายวิชาเพิ่มเติมและเป็นห้องเรียนที่จัดนักเรียนเข้าเรียนแบบความสามารถทุกห้องเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจาก 7 ห้องเรียน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 34 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 6 รหัสวิชา ค33202

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรสถานศึกษามาตรฐานสากล โรงเรียนคณะราษฎร บำรุง จังหวัดยะลา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2551 กลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- | | |
|--|-------------|
| 1. การทดสอบก่อนเรียน | จำนวน 2 คาบ |
| 2. แนะนำการใช้โปรแกรม GSP เบื้องต้น | จำนวน 2 คาบ |
| 3. กราฟของอสมการเชิงเส้น | จำนวน 2 คาบ |
| 4. กราฟของระบบอสมการเชิงเส้น | จำนวน 2 คาบ |
| 5. การแก้ปัญหาคำหนดการเชิงเส้นโดยวิธีใช้กราฟ | จำนวน 4 คาบ |
| 6. การทดสอบหลังเรียน | จำนวน 2 คาบ |

3. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม GSP ด้วยการวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550, หน้า 380) ซึ่งมีรูปแบบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงแบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest – Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อนเรียน	ทดลอง	สอบหลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest)

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Posttest)

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP

4. เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่
 - 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น
 - 2.2 แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP

5. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้
 - 1.1 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษา มาตรฐานสากล โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2551 กลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 6 รหัสวิชา ค33202
 - 1.2 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเพื่อนำมาเขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - 1.3 วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยศึกษาแนวคิดและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP เป็นสื่อการสอน โดยรวบรวมข้อมูลจากหนังสือ ตำรา และงานวิจัยมาสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มทดลอง
 - 1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยจัดทำแผนการสอน 10 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแบ่งเนื้อหาดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงสาระการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	จำนวน (คาบ)	แผนการจัดการเรียนรู้ที่
แนะนำการใช้โปรแกรม GSP เบื้องต้น	2	0
กราฟของอสมการเชิงเส้น	2	1
กราฟของระบบอสมการเชิงเส้น	2	2
การแก้ปัญหาคำหนดการเชิงเส้นโดยวิธีใช้กราฟ	4	3
รวม	10	

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนของภาษา ความเหมาะสมของเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และเวลาที่ใช้ในการสอน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบประเมินความคิดเห็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ได้แก่

- 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

1.7 วิเคราะห์คุณภาพโดยนำความคิดเห็นจากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และการแปลความหมายของคะแนน ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด และบุญส่ง นิลแก้ว, 2535, หน้า 23-24)

- ค่าเฉลี่ย 4.51- 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.51- 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.51- 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.51- 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- ค่าเฉลี่ย 1.00- 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

พบว่ามียค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 นั่นคือแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

1.8 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้

กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการใช้ภาษา ความเหมาะสมของกิจกรรมกับเวลาที่กำหนด

1.9 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้และเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ตรวจพิจารณาอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้จริง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรของ สสวท. หลักสูตรสถานศึกษา คู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม และหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

2. ศึกษาเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงแนวทางในการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้จากตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบในแต่ละจุดประสงค์ของการเรียนรู้ โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้

4. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ตามแนวทางที่ศึกษาไว้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ แต่ละข้อ มี 4 ตัวเลือก โดยเลือกใช้จริง 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์จุดประสงค์ และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดทฤษฎีคอน - สตรัคติวิสต์และแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของแบบทดสอบในประเด็นความครอบคลุมและความเป็นตัวแทนของเนื้อหา และระดับพฤติกรรมที่มุ่งวัดจากนักเรียน รวมถึงความเหมาะสมและความชัดเจนของคำถาม เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC: Item Objective Congruency Index) โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

คะแนน +1 สำหรับ ข้อสอบที่สอดคล้องกับเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับ ข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 สำหรับ ข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้

7. นำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแต่ละข้อ แล้วพิจารณาคัดเลือกค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยผลการวิเคราะห์ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์มากกว่า 0.5 ทุกข้อ (40 ข้อ)

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปทดลองใช้ (Try out)

9. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา ที่ผ่านการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นมาแล้ว ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ แล้วนำมาตรวจให้คะแนนโดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก

10. วิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยนำคะแนนรวมของแต่ละคนมาเรียงจากมากไปน้อย จากนั้นแบ่งผู้ที่ได้คะแนนสูงออกมา 25% ของนักเรียนทั้งหมด (7 คน) และผู้ที่ได้คะแนนต่ำออกมา 25% เช่นกัน แล้วทำการกรอกคะแนนและรวมคะแนนเป็นรายข้อจำแนกตามกลุ่มที่ได้คะแนนสูงและคะแนนต่ำ คำนวณหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.36 - 0.79 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.00 - 0.86 จากนั้นทำการคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้แบบทดสอบจำนวน 38 ข้อ แต่เลือกใช้จริงเพียง 30 ข้อ

11. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้ว มาคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20) (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544, หน้า 126) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

12. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านการแก้ไขสมบูรณ์แล้ว จำนวน 30 ข้อ พร้อมคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP

แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง

กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน จำนวน 1 ฉบับ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 กำหนดกรอบเนื้อหา แนวคิด และขอบข่ายโครงสร้างของคำถาม โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสื่อโปรแกรม GSP และการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

3.2 ร่างคำถามแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน ให้ครอบคลุมประเด็นคำตอบที่ต้องการ ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผล ตลอดจนข้อเสนอแนะอื่น ๆ สำหรับการปรับปรุงแก้ไข และเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องของคำถาม ความเหมาะสมในด้านการใช้ภาษาและการสื่อความหมาย และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3 สร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยกำหนดค่าระดับความพึงพอใจแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

- ระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด
- ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
- ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
- ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจอยู่ในระดับมาก
- ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

3.4 นำแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้ และการประเมินที่ถูกต้อง และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ IOC (Index of Item Objectives Congruence) โดยเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป กำหนดเกณฑ์การพิจารณา คือ

- เห็นว่าสอดคล้อง ให้คะแนน +1
- ไม่แน่ใจ ให้คะแนน 0
- เห็นว่าไม่สอดคล้อง ให้คะแนน -1

โดยผลการวิเคราะห์ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 - 1.00

3.5 นำแบบวัดความพึงพอใจที่ได้ ไปสอบถามนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำผลที่ได้รับไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการหาค่าร้อยละ

6. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขอความร่วมมือจากโรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา เพื่อเลือกกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 1 ห้องเรียน โดยที่ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

2. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 90 นาที (2 คาบ)

3. ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เวลา 10 คาบ คาบละ 50 นาที

4. ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ทันทีหลังการสอนสิ้นสุดลง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ใช้เวลาทดสอบ 90 นาที และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ใช้เวลา 10 นาที รวมเป็น 2 คาบ

5. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พร้อมทั้งเปรียบเทียบคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP กับเกณฑ์ร้อยละ 60 (18 คะแนน) โดยใช้สถิติทดสอบ One sample t – test

6. นำคะแนนแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มาคำนวณค่าร้อยละ

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้มีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ดัชนีประสิทธิผล (E.I) ของกูดแมน เฟลคเทอร์ และชไนเดอร์ มีสูตรดังนี้ เชนัญ กิจระการ และสมนึก กัททิษณี (2544, หน้า 30-36)

$$E.I. \text{ รายบุคคล} = \frac{\text{คะแนนสอบหลังเรียน} - \text{คะแนนสอบก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม} - \text{คะแนนสอบก่อนเรียน}}$$

$$E.I. \text{ กลุ่ม} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}$$

2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้สถิติทดสอบ One sample t – test (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550, หน้า 133 – 134)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
 S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 df แทน ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ

3. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP โดยการนำคะแนนความพึงพอใจมาคำนวณค่าร้อยละ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้ถูกต้อง ตลอดจนการสื่อความหมายของข้อมูลที่ตรงกัน ดังนี้

- n แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
 \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง
 S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
E.I. แทน ดัชนีประสิทธิผล
 P_1 แทน ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน
 P_2 แทน ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียน

2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นรายกลุ่ม

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตาม ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ให้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 และนักเรียนได้ทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรม ได้ผลการ วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 60

กลุ่มทดลอง	n	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน			
		\bar{X}	S	t	p
หลังเรียน	34	21.79	2.84	7.79**	.00

** $p < .05$

จากตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 60 (18 คะแนน) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ของการวิจัย

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎี -
คอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เป็นรายกลุ่ม

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัค -
ติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
5 เป็นรายกลุ่ม

กลุ่มประชากร	N	P_1	P_2	E.I.
กลุ่มทดลอง	34	298	741	0.6136

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สอน
ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้
โปรแกรม GSP มีผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็น 298 คะแนน และผลรวมของคะแนนสอบ
หลังเรียนเป็น 741 คะแนน และค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.6136 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางพัฒนาการเรียนรู้
เพิ่มขึ้นร้อยละ 61.36 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ของการวิจัย

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตาม
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าร้อยละของความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม
GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ (n=34)				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	56	38	6	0	0
	94				
1.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาและระดับชั้นของผู้เรียน	24	50	26	0	0
	74				
1.3 เนื้อหาที่เรียนมีความน่าสนใจ มีประโยชน์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	68	26	6	0	0
	94				
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 การจัดกิจกรรมเป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก	65	26	9	0	0
	91				
2.2 เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยอิสระ	62	32	6	0	0
	94				
2.3 การจัดกิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับครูและเพื่อน	56	32	12	0	0
	88				
2.4 กิจกรรมการเรียนไม่ทำให้รู้สึกเหนื่อยล้าและเบื่อหน่าย บรรยากาศเป็นกันเอง ไม่ตึงเครียด	15	50	29	6	0
	65				
2.5 การจัดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น	56	38	6	0	0
	94				
2.6 การจัดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น	59	29	12	0	0
	88				
2.7 ครูผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศและกิจกรรมในชั้นเรียนได้อย่างเหมาะสม	23	68	9	0	0
	91				

ตารางที่ 5 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ (n=34)				
	5	4	3	2	1
3. ด้านสื่อการเรียนการสอน					
3.1 โปรแกรม GSP เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	47	35	18	0	0
	82				
3.2 การใช้โปรแกรม GSP เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจบทเรียนดีขึ้น	50	38	12	0	0
	88				
3.3 เอกสารประกอบการเรียนการสอนช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจบทเรียนดีขึ้น	50	41	9	0	0
	91				
3.4 เอกสารประกอบการเรียนมีความเหมาะสมเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียนและน่าสนใจ	50	29	21	0	0
	79				
3.5 สื่อการสอนของครูมีความเป็นพลวัต ได้รับความสนใจ	24	61	15	0	0
	85				
4. ด้านการวัดและประเมินผล					
4.1 แบบทดสอบที่ใช้เหมาะสมกับเวลา	12	29	53	6	0
	41				
4.2 แบบทดสอบสามารถวัดได้ตรงกับเนื้อหาที่เรียน	12	76	12	0	0
	88				
4.3 แบบทดสอบที่ใช้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	14	71	15	0	0
	85				
4.4 การวัดผลประเมินผลทำให้ข้าพเจ้าได้พัฒนาตนเอง	18	61	21	0	0
	79				
4.5 ข้าพเจ้ามีโอกาสได้นำผลการประเมินไปปรับปรุงการเรียนของตนเอง	15	64	21	0	0
	79				
4.6 ข้าพเจ้าพอใจกับคะแนนสอบของตนเองทุกครั้ง	8	21	62	9	0
	29				

จากตารางที่ 5 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ในทุกด้าน
อยู่ในระดับมากขึ้นไป ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ของการวิจัย ยกเว้นด้านการวัดและ
ประเมินผล ซึ่งมีจำนวน 2 ข้อที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่
ความเหมาะสมของเวลาในการทำแบบทดสอบ และความพึงพอใจในคะแนนสอบที่ได้

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 3 ประการ ดังนี้ (1) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (2) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 สายการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์จำนวน 7 ห้องเรียน มีนักเรียน 258 คน โดยเป็นนักเรียนที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค32202 และห้องเรียนทั้ง 7 ห้องจัดนักเรียนเข้าเรียนแบบคละความสามารถ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจาก 7 ห้องเรียน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ได้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 34 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP จำนวน 10 คาบ คาบละ 50 นาที (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ใช้ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และใช้ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที และ (3) แบบวัดความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP จำนวน 21 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert Scale) ชนิด 5 ระดับ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ใช้เวลาทดสอบ 90 นาที จากนั้นดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้

เวลา 10 คาบ คาบละ 50 นาที เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดแล้ว ให้ นักเรียนทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ใช้เวลาทดสอบ 90 นาที และแบบวัดความพึงพอใจ ต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้ โปรแกรม GSP ใช้เวลา 10 นาที หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้สถิติทดสอบ One Sample t-test พร้อมทั้ง คำนวณค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ทางการเรียน และวิเคราะห์ค่าร้อยละของความพึงพอใจของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตาม ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีค่าเท่ากับ 0.6136 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้ โปรแกรม GSP มีความก้าวหน้าทางพัฒนาการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 61.36
3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอน - สตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP อยู่ในระดับมากขึ้นไปเป็นส่วนใหญ่

อภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตาม ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของการ วิจัยในข้อ 1 และเมื่อพิจารณานักเรียนเป็นรายบุคคลพบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนสอบหลังเรียนสูง กว่าเกณฑ์ 60% หรือ 18 คะแนน มีจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรม การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยบูรณาการกับการใช้โปรแกรม GSP ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ช่วย

กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียนเพิ่มขึ้น ทำให้ผู้เรียน ได้คิดวิเคราะห์ และตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม เพราะผู้เรียนต้องสร้างความรู้ให้ได้ด้วยตนเอง มีกิจกรรมการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน มีโปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น นักเรียน ได้ลงมือปฏิบัติ สังเกต สำนวณ คำนวณ การณ์ สืบเสาะและค้นพบด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการได้ศึกษาและเรียนรู้ ได้มองเห็นภาพเคลื่อนไหวของกราฟ และผู้เรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของการทำโจทย์ด้วยตนเองได้ ผู้เรียนรู้สึกผ่อนคลายต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และมีอิสระในการทำงาน โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อมีปัญหา เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ได้ เป็นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ เพราะการที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้น ความรู้ที่ได้จะฝังติดอยู่กับผู้สร้างจนเกิดเป็นปัญญา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสาวตรี ปารีพันธ์ (2553) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดีขึ้น ไป และผลการทำแบบทดสอบภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวผ่านไป 2 สัปดาห์ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีความคงทนในการเรียนรู้ สุรางค์ทิพย์ นครไพร (2554) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สามารถสร้างองค์ความรู้และตรวจสอบความรู้ได้ด้วยตัวเอง มีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น สามารถอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน เรียนรู้ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีกระบวนการกลุ่ม มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาาร่วมกัน มีความรับผิดชอบ มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่งผลให้นักเรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 75.33 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 80.00 และจันทร์พินทุ์ พัฒนโอบาร (2556) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอาภาพร ปัญญาฟู (2551) พบว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยได้ฝึกการคิดสร้างความรู้ด้วยตนเองจากสถานการณ์ปัญหาที่สร้างให้สอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน และรู้จักการไตร่ตรองปัญหาร่วมกับผู้อื่นในระบบกลุ่ม ทำให้นักเรียนเป็นผู้ที่รู้จักการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น มีความกล้าแสดงออก มีความเชื่อมั่นในตนเอง และยัง

สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยการสร้างสถานการณ์ด้วยตนเองได้ด้วย บรรยากาศในการเรียน เป็นการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และเพิ่มความสามัคคีในหมู่คณะ นักเรียนจำนวนร้อยละ 71.87 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 71.50 ผ่านเกณฑ์ความรอบรู้ 70/ 70 ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยจำนวนมากที่ใช้โปรแกรม GSP เป็นสื่อการสอน อาทิเช่น ธนวิทย์ ธารน้ำทิพย์ (2555) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปวงกลม โดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับผลการวิจัยของสุพิน พองจางวาง (2551) พบว่า ความสามารถเชิงปริภูมิเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยประยุกต์ใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยประยุกต์ใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ประจวบ ศรีภิลลา (2554) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องกราฟเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกราฟเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีเกณฑ์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.10 และผลการวิจัยของ Lester (1996) พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเรื่องการตั้งข้อคาดการณ์ทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลองซึ่งเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้ไม้บรรทัด ดินสอ ไม้โปรแทรกเตอร์และวงเวียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 จะเห็นว่า งานวิจัยดังกล่าวข้างต้น สนับสนุนการนำโปรแกรม GSP มาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามที่ผู้วิจัยได้พัฒนา และเมื่อพิจารณานักเรียนจำนวน 4 คนซึ่งคิดเป็นร้อยละ 11.76 ที่ได้คะแนนสอบหลังเรียนไม่สูงกว่าเกณฑ์ 60% นั้น จากการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ พบว่า นักเรียนคุ้นเคยกับการมีครูตั้งคำถามกระตุ้นและแนะแนวทางหาคำตอบให้ทีละขั้นตอน แต่ในการทำแบบทดสอบ ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์คำถามและหาคำตอบด้วยตนเอง กอปรกับการขาดการฝึกทักษะการแก้ระบบสมการเชิงเส้นหรือการคำนวณหาจุดตัดของเส้นตรงโดยไม่ใช้โปรแกรม GSP ช่วย ทำให้นักเรียน 4 คนดังกล่าวทำแบบทดสอบไม่ทันเวลาที่กำหนด จึงได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์

2. ดัชนีประสิทธิผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP มีค่าเท่ากับ 0.6136 สูงกว่า 0.5 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2 ของการวิจัย

และเมื่อพิจารณานักเรียนเป็นรายบุคคลพบว่า นักเรียนที่ได้ค่าดัชนีประสิทธิผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า 0.5 มีจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับผลการวิจัยของสุทธาภรณ์ ต้นสินนท์ (2554) ที่พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือตามรูปแบบ STAD โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องฟังก์ชันเลขชี้กำลังและฟังก์ชันลอการิทึมมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5696 แสดงว่ากิจกรรมที่พัฒนาขึ้นซึ่งมีโปรแกรม GSP เป็นสื่อ ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 56.96 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของกรรณิกา ผาสุข (2549) พบว่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบโปรแกรม GSP ที่พัฒนาขึ้น มีค่าเท่ากับ 0.6401 เพียรศิริ พิมพ์ทราย (2551) พบว่าโปรแกรมบทเรียน โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.12 / 76.67 และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6106 และอรัญญา แพงเพ็ง (2551) ได้ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นสื่อพบว่า ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 0.6405 คิดเป็นร้อยละ 64.05

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP อยู่ในระดับมากขึ้นไปเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในข้อ 3 ของการวิจัย โดยในด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านสื่อการสอนนั้น นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากขึ้นไปทุกข้อ ส่วนด้านการวัดและประเมินผลมีเพียง 2 เรื่องที่นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ ความเหมาะสมของเวลาในการทำแบบทดสอบ และความพึงพอใจในคะแนนสอบที่ได้ ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการที่นักเรียนคุ้นเคยกับการใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือในการเขียนกราฟและหาคำตอบของระบบสมการ และไม่ฝึกฝนวิธีการแก้ระบบสมการด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบทดสอบมากกว่าที่ควรจะเป็น นักเรียนหลายคนทำแบบทดสอบโดยการเดาในหลาย ๆ ข้อ ส่งผลให้คะแนนสอบไม่สูงมากนัก แม้ว่าจะผ่านเกณฑ์ก็ตาม ดังนั้นนักเรียนส่วนใหญ่จึงมีความพึงพอใจต่อความเหมาะสมของเวลาในการทำแบบทดสอบ และความพึงพอใจในคะแนนสอบที่ได้ อยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น สำหรับงานวิจัยที่สนับสนุนว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP อยู่ในระดับมากขึ้นไป ได้แก่ ชุลีมาตร บรรณจงส์ (2553) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อยู่ในระดับมาก สุธีรา แก้วบุญเรือง (2555) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอน

ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ สุทธาภรณ์ ต้นสีนนท์ (2554) โดยผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือตามรูปแบบ STAD โดยใช้โปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือตามรูปแบบ STAD โดยใช้โปรแกรม GSP ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยรวมอยู่ในระดับมาก ผลการวิจัยของจันทรพินท์ พัฒนโอฬาร (2556) ก็พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{x} = 4.29$, $S.D. = 0.55$) ศุภวัลย์ ภูประเสริฐ (2552) พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการ โดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Nicholas (2013) ด้วยที่พบว่านักเรียนมีความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรมและมีความเข้าใจในเนื้อหา สามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเองจากแบบจำลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ครูควรจะมีคำชี้แนะผู้เรียนให้เกิดความเข้าใจในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จะใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมากกว่าปกติ ดังนั้นครูจะต้องมีการวางแผนในการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเวลาที่มี ควรให้เวลานักเรียนอย่างเพียงพอ รอจนกว่านักเรียนจะค้นพบองค์ความรู้หรือความคิดรวบยอดด้วยตัวเอง ไม่รีบร้อน เร่งรัดให้นักเรียนตอบคำถาม หรือด่วนเฉลยคำตอบ และไม่ควรตำหนิหากนักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนต้องใช้ประสบการณ์ ความรู้เดิม ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถของตนเอง ดังนั้นครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ความพร้อมทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ และสังคม รวมทั้งสติปัญญาของผู้เรียนแต่ละคน ครูควรส่งเสริมและให้กำลังใจให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ และจัดบรรยากาศให้ผู้เรียนทุกคนได้เข้าถึงองค์ความรู้อย่างเท่าเทียมกัน

1.4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูควรเริ่มจากสถานการณ์ที่ง่าย ๆ ไปสู่ยาก เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เป็นการสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้เรียน และอยากที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ เพิ่มเติมต่อไป

1.5 ครูควรมีการทดสอบย่อยบ่อยครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับให้ครูทราบผลการจัดกิจกรรมของครู และสะท้อนผลการเรียนของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นอยู่ตลอดเวลา

1.6 ครูควรให้ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม GSP ให้แก่นักเรียน ก่อนที่จะนำโปรแกรม GSP ไปใช้เป็นตัวในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจส่งผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

1.7 ครูควรสังเกตผู้เรียนในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ว่าผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นต่อกิจกรรมการเรียนรู้หรือไม่ มีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่มหรือต่างคนต่างหาคำตอบ มีการรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มมากน้อยเพียงใด ขั้นตอนใดที่ผู้เรียนมีปัญหามากที่สุด เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผลต่อไปได้ และครูควรดูแลนักเรียนให้ทั่วถึง เพื่อให้คำแนะนำและตอบคำถามนักเรียนในกรณีที่นักเรียนมีข้อสงสัย ในกรณีที่ครูไม่สามารถดูแลนักเรียนได้ทั่วถึง ครูควรมีผู้ช่วยสอน ซึ่งต้องเป็นผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม GSP เป็นอย่างดี

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความคงทนในการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการสื่อสาร เป็นต้น

2.2 ควรศึกษาสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หรือปรับใช้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น หรือระดับชั้นอื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสม

2.3 ควรศึกษาเทคโนโลยี ซอฟต์แวร์ หรือแอปพลิเคชันใหม่ ๆ ในสมาร์ตโฟนที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้ เช่น Geogebra, Mathlab, Wolfram Alpha เป็นต้น

2.4 ควรมีการศึกษาวิจัยในทุกช่วงชั้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

2.5 ควรนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนี้ไปทดลองหาประสิทธิภาพกับนักเรียนโรงเรียนอื่น ๆ เพื่อข้อสรุปที่กว้างขวางยิ่งขึ้น

2.6 ควรสร้าง พัฒนาและเผยแพร่สื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และยังเป็นการสนับสนุนให้ครูผู้สอนได้นำสื่อเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. ข้อจำกัดของการใช้โปรแกรม GSP

จากผลการวิจัยที่ได้อภิปรายข้างต้น จะเห็นว่าโปรแกรม GSP เป็นสื่อประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้อธิบายเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาและทักษะการนิรนัย เพราะโปรแกรม GSP มีความเป็นพลวัตสามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหวได้ ทำให้นักเรียนมีความสนุกสนาน กระตือรือร้นและสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้น เพราะนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทั้งการสำรวจ การเขียนกราฟ การหาคำตอบของปัญหาและการใช้โปรแกรม GSP ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้ด้วยตัวของตัวเอง ทำให้ความรู้ที่นักเรียนได้รับมีความคงทน เพราะนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตาม โปรแกรม GSP ก็ยังมีข้อจำกัดอีกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในด้านการวัดผลประเมินผลทั้งในระดับโรงเรียนหรือการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยที่ใช้แบบทดสอบแบบปรนัยเป็นเครื่องมือในการวัดผล ทำให้นักเรียนต้องหาคำตอบของปัญหาด้วยการคิดคำนวณเอง ไม่สามารถใช้โปรแกรม GSP ช่วยเขียนกราฟได้ และไม่มีโปรแกรม GSP สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้ ทำให้นักเรียนที่อ่อนคณิตศาสตร์หรือมีความรู้พื้นฐานในเรื่องการแก้ระบบสมการเชิงเส้นไม่ดีพอหรือขาดการฝึกฝนหรือทำแบบฝึกหัดด้วยตัวเองบ่อย ๆ จึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ 60% ตามที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ที่นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนและรู้ขั้นตอนเป็นอย่างดีว่าต้องแก้โจทย์ปัญหาในข้อนั้น ๆ อย่างไร แต่เนื่องจากขาดความชำนาญในการคำนวณ ทำให้ทำแบบทดสอบได้ช้า ไม่ทันกำหนดเวลา ดังนั้น ในการสอนโดยใช้โปรแกรม GSP ครูผู้สอนควรสอนวิธีคำนวณโดยไม่ใช้โปรแกรมให้ชำนาญควบคู่กันไปด้วย โดยทุกครั้งที่นักเรียนได้คำตอบของปัญหาจากการสำรวจโดยใช้โปรแกรม GSP แล้ว ครูควรสรุปหรือสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีหาคำตอบด้วยการคำนวณโดยไม่ใช้โปรแกรม GSP และให้นักเรียนคนอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายผลลัพธ์ที่ได้ และครูควรมีแบบฝึกหัดเสริมเพิ่มเติมแก่นักเรียนที่มีพื้นฐานไม่ดี เพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคำนวณของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรรณิกา ภาสุข. (2549). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับการเรียนประกอบ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP)*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). *เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- กิตติพร อัจฉิชัย. (2554). *การพัฒนาบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เรื่องพาราโบลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- จันทร์พินทุ์ พัฒนโอฟาร. (2556). *การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการเรียนรู้และสื่อสารมวลชน, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- จิรพรรณ คงเคารพธรรม. (2553). *การพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เรื่องเศษส่วนย่อย โดยใช้ทฤษฎี Constructivism*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- จำปรีญา อุดรธา. (2550). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการประถมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จุฑารัตน์ ศรีทอง. (2554). *การพัฒนาบทเรียนปฏิบัติการเรื่องเส้นตรงโดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาสารสนเทศ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

- เจดศักดิ์ ชุมชุม. (2540). นิรมิต – ทฤษฎีการสร้างความรู้โดยผู้เรียน. คู่มือฝึกอบรมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนแบบบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักงานประสานงานโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ กระทรวงศึกษาธิการ.
- ชนกนาถ อัจยะศรี. (2553). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad (GSP)* และ โปรแกรมเครื่องคิดคำนวณเชิงกราฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- ชวลีมาตร บรรณจงส์. (2553). ผลการใช้บทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเรื่อง ความน่าจะเป็น วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 10). นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจอินเตอร์ โปรเกรสซิฟ.
- ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง วัชณีย์ เขาว์ดำรง และวัชรินทร์ เสถียรยานนท์. (2545). ผู้เรียนเป็นสำคัญและการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ของครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สถาพรบุ๊คส์.
- ทรงศรี กันทะ. (2551). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการเรียนแบบสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงราย เขต 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- ชนวิทย์ ธารน้ำทิพย์. (2551). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง รูปวงกลม โดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad (GSP)* สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน โยธินบูรณะ กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นัยนา บุญสมร. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม *The Geometer's Sketchpad (GSP)* กับวิธีสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- บรรพต สุวรรณประเสริฐ. (2544). *การพัฒนาหลักสูตร โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. เชียงใหม่: เชียงใหม่โรงพิมพ์แสงศิลป์.
- บุญชม ศรีสะอาด และบุญส่ง นิลแก้ว. (2535). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 6). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- บุญเชิด ภิญ โฉยอนันตพงษ์. (2540). *วิธีสอนแบบ Constructivist*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญฉิสสา ส่งแสง. (2554). *ทำไมการศึกษาไทยจึงพัฒนาช้า*. *บทความวิชาการ*, 14-19.
- ประจวบ ศรีภักลา. (2554). *ผลการใช้โปรแกรม GSP ประกอบการสอนเรื่องกราฟเบื้องต้นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปราณี กองจินดา. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบซิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- ปานิสรา จันทร์สุข. (2555). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยชนี. (2545). *ดัชนีประสิทธิผล.วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยสารคาม*, 8, 30-31.
- เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยชนี. (2545). *ดัชนีประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผล.วารสารการวัดผลการศึกษา*, 8(6), 31-51.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2554). *วิธีการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: มี เซอร์วิสซ์พลาซ.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: เข้าส์ ออฟ เคอร์รี่มีสท์.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2548). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แบนเนจเม็นท์.

- พิสนุ พงศ์ศรี. (2549). *การประเมินทางการศึกษา: แนวคิดสู่การปฏิบัติ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เทียมฟ้าการพิมพ์.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เพียรศิริ พิมพ์ทราย. (2551). *การพัฒนาโปรแกรมบทเรียน โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ไพศาล วรคำ. (2552). *การวิจัยทางการศึกษา*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ภนิดา ชัยปัญญา. (2541). *ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อกิจกรรมไร่นาสวนผสมภายใต้โครงการปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตรของจังหวัดเชียงราย*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาส่งเสริมเกษตร, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2537). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิถีวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- เขวาคี วิบูลย์ศรี. (2539). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2542). *การวัดด้านจิตพิสัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรางคณา ก้อมน้อย. (2554). *การเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- วัชรสันต์ อินธิสาร. (2547). *ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัฒนา ปัญจรักษ์. (2551). *การพัฒนาแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อิง เรื่อง พาราโบลา โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้*.

- วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ ๒๑*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิชัย วงศ์สุวรรณ. (2557). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง นโยบายการเงิน การคลัง และการค้าระหว่างประเทศ โดยใช้วิธีสอนแบบบรรยายร่วมกับ เทคนิคกราฟิกและสารสนเทศร่วมสมัย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์กุลกันยาจังหวัดสงขลา. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 1(2), 30-42.
- วิมล อยู่พิพัฒน์. (2551). *บทเรียนปฏิบัติการ โดยใช้โปรแกรม GSP (GEOMETER'S SKETCHPAD) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิณา ประชากุล และประสาท เนื่องเฉลิม. (2553). *รูปแบบการเรียนการสอน*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศิริพันธ์ พากเพียร. (2551). *การพัฒนาโปรแกรมบทเรียน โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศุภวัลย์ ภูประเสริฐ. (2552). *ผลการใช้บทเรียนปฏิบัติการ โดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สาระเรขาคณิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). *ครุคณิตศาสตร์มีอาชีพเส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2556). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

- สมจิตร บุญเทียม. (2553). การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม
 จีเอสพี (*The Geometer's Sketchpad Program: GSP*). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร -
 มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมพร เชื้อพันธ์. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับ
 การจัดการเรียนการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชา
 หลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- สันติ อธิพิณนาวากุล. (2550). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวน โดยใช้โปรแกรม
GSP (The Geometer's Sketchpad) เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
 ภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชา
 การมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). การปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
 การสอนแบบ “สรรค์สร้างความรู้” โดย ครูสมบัติ การจนารักพงศ์. กรุงเทพฯ: แคนดิด
 มีเดีย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
 (2557). *UTQ-02132 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ตาม
 ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง*. เข้าถึงได้จาก [http://www.tepeonline.org/
 data/files/02132/02132.pdf](http://www.tepeonline.org/data/files/02132/02132.pdf).
- สาวิตรี ปารีพันธ์. (2553). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตาม
 แนวคิดคอนสตรัคติวิซึ่ม เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์
 ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์,
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอน*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุทธาภรณ์ ต้นสินนท์. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง
 ฟังก์ชันเลขชี้กำลังและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกิจกรรมการ
 เรียนรู้แบบร่วมมือตามรูปแบบ *STAD* โดยใช้โปรแกรม *GSP* กับกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
 ปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา,
 คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุธีรา แก้วบุญเรือง. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการ
 เชิงเส้นการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น

- มัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP กับการสอนปกติ.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา,
 คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุพิน พองจางวาง. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถเชิงปริภูมิและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยประยุกต์ใช้โปรแกรม GSP กับการสอนแบบปกติ.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน,
 คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- สุรางค์ทิพย์ นครไพร. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทาง
 คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้น
 ประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตร
 และการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมหวัง สุขทวี. (2552). การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนคติเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad* เป็น
 เครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. วิทยานิพนธ์
 ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- หทัยรัตน์ ประทุมสูตร. (2542). ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของพยาบาลโรงพยาบาลชุมชน
 จังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยา
 การแนะแนว, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อมรรัตน์ แสงทอง. (2553). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การ
 แปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน,
 คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนรินทร์.
- อรัญญา แพงเพ็ง. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 2 และความพึงพอใจต่อการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการจัด
 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 ตามปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา,
 คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- อภาพร ปัญญาฟู. (2551). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามแนวคิคมทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อารีย์ วชิรวารกร. (2542). *การวัดผลและประเมินผลการเรียน*. ธนบุรี: โครงการตำราวิชาการสถาบันราชภัฏธนบุรี.
- อุบล กลองกระโทก. (2550). *การสำรวจเมตริกซ์ของการแปลงโดยใช้เรขาคณิตพลวัต*. รายงานการวิจัย, สาขาวิชาคณิตศาสตร์สารสนเทศ, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- Cobb, P. (1994). Where is the Mind construct and Sociocultural Perspective on Material Development. *Educational Researcher*, 23(27), 13-20.
- Fosnot, C. T. (1996). *Constructivism: Theory, Perspective and Practice*. New York: Teacher College Press.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education* (2nd ed.). New York: McGraw - Hill.
- Glaserfeld, V. E. (2002). *Radical Constructivism : A Way of Knowing and Learning*. New York: RoutledgeFalmer.
- Maslow, A. H. (1970). *Motivation and personanlity*. New York: Harper & Row.
- Harling, Frederick Jibrán. (2004). Fifth Grade Students' Perspectives of Learning Through a Constructivist Approach. *Dissertation Abstracts International*, 65(1), 58.
- Lester, M. (1996). The Effects of the Geometer's Sketchpad Software on Achievement of Geometric Knowledge of High School Geometry Students. *Dissertation Abstracts International*, 57(6), 2343.
- Ling, S. (2004). Enhancing the Learning of Conic with Technology. *Dissertation Abstracts International*, 1499.
- Mehrens, William. (1976). *A Measurement and Evaluation and Psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Moore, Nancy M. (2005). *Constructivism using group work ant the impact on self-efficacy, Intrinsic motivation, and group work skills on middle-school mathematics students*. Doctoral dissertation, Psychology, Capella University.
- Ross, C. C., & Stanley, J. C. (1967). *Measurement in Today's School*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice- Hall.

Wallerstein, Harvey. (1971). *Dictionary of Psychology*. Maryland: Penguin Book.

Wolman, B. B. (1973). *Dictionary of behavior science*. New York: Van Nostrand Rinehold.

Yager, R. E. (2000). The Constructivist Learning Model. *Science Teacher*, 67(1), 44-45.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอน - สตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. ดร.ลิลลา อคฺลยศาสน์ | รองคณบดีฝ่ายวิชาการ คณะ
วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
และอาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์
และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี
และการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา |
| 2. นายประสาทร ปานทอง | อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์และสถิติ
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ
การเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา |
| 3. นางบุญยอร ขาวสุริจันทร์ | ครูชำนาญการพิเศษ
ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์
โรงเรียนวาริชวิทยา จังหวัดสกลนคร |

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. ดร.ลิลลา อคฺลยศาสน์ | รองคณบดีฝ่ายวิชาการ คณะ
วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
และอาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์
และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี
และการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา |
| 2. นายประสาทร ปานทอง | อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์และสถิติ
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ
การเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา |
| 3. นางบุญยอร ขาวสุริจันทร์ | ครูชำนาญการพิเศษ
ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์
โรงเรียนวาริชวิทยา จังหวัดสกลนคร |

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. ดร.ลิลลา อคฺลยศาสน์ | รองคณบดีฝ่ายวิชาการ คณะ
วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
และอาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์
และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี
และการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา |
| 2. นายประสาทร ปานทอง | อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์และสถิติ
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ
การเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา |
| 3. นางบุญขอร ขาวสุริจันทร์ | ครูชำนาญการพิเศษ
ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์
โรงเรียนวาริชวิทยา จังหวัดสกลนคร |

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. แบบวัดความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติ - วิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 เรื่อง กราฟของอสมการเชิงเส้น

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558
 จำนวน 2 คาบ

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
 มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ
 ความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้
 ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ และ
 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

แก้ปัญหาโดยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และใช้วิธีการของกำหนดการเชิงเส้นที่ใช้
 กราฟของสมการและอสมการที่มีสองตัวแปรได้

3. สาระสำคัญ

กราฟของอสมการเชิงเส้น คือ พื้นที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของระนาบที่ถูกแบ่งโดยเส้นตรงซึ่ง
 เป็นกราฟของสมการที่ได้มาจากอสมการเชิงเส้นที่ต้องการเขียนกราฟ อาจรวมหรือไม่รวมจุดบน
 เส้นตรงซึ่งขึ้นอยู่กับเครื่องหมายของอสมการ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. เขียนกราฟของสมการเชิงเส้น พร้อมทั้งหาคำตอบของสมการเชิงเส้นได้
2. หาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นได้
3. ระบุนิพจน์ของจุดที่สอดคล้องกับอสมการเชิงเส้นได้
4. เขียนกราฟของอสมการเชิงเส้นได้
5. เขียนอสมการเชิงเส้นจากกราฟที่กำหนดให้ได้

ด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนมี

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ
4. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

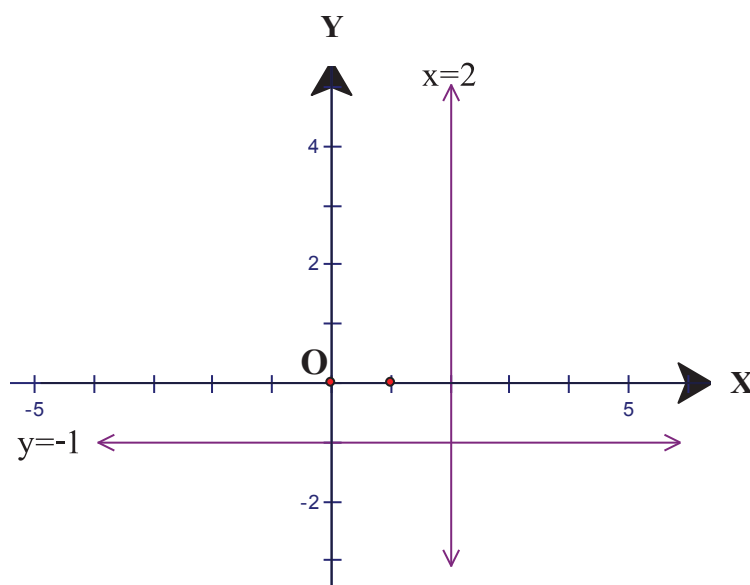
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ปลูกฝังให้นักเรียน

1. ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
2. มีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย
3. มีระเบียบและรอบคอบในการทำงาน
4. คิดอย่างเป็นระบบ
5. มีวิจรรย์ญาณ
6. มีความเชื่อมั่นในตนเอง

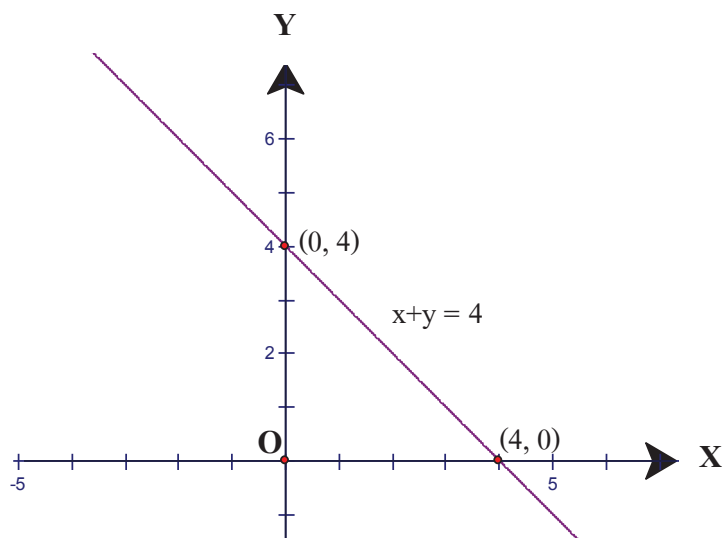
4. ตารางเรียนรู้

กราฟของสมการเชิงเส้น และอสมการเชิงเส้น

ตัวอย่าง 1 จงเขียนกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร $x=2$ และ $y=-1$



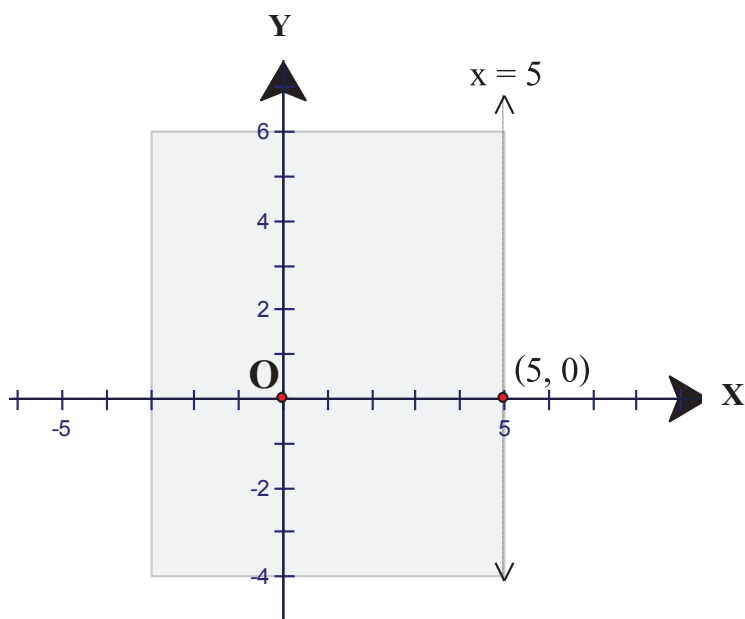
ตัวอย่าง 2 พิจารณากราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้



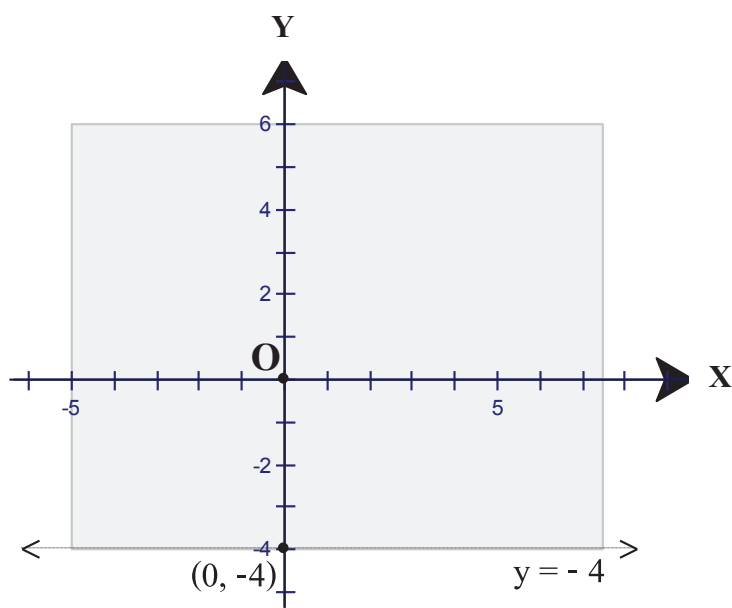
ตัวอย่าง 3 จงเขียนกราฟของอสมการต่อไปนี้

- 1) $x < 5$ 2) $y \geq -4$

วิธีทำ 1) เขียนกราฟของ $x = 5$ โดยใช้เส้นประ จะได้กราฟของอสมการ $x < 5$ เป็นจุดทุกจุดทางซ้ายมือของเส้นประ ดังรูป

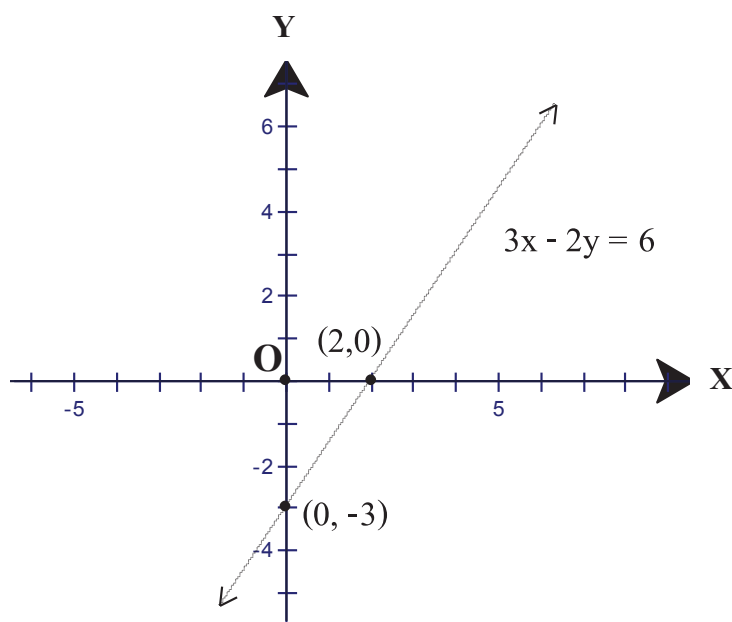


2) เขียนกราฟของ $y = -4$ โดยใช้เส้นทึบ จะได้กราฟของอสมการ $y \geq -4$ เป็นจุดทุกจุดด้านบนรวมทั้งจุดบนเส้นตรงที่เป็นกราฟของสมการ $y = -4$ ดังรูป



ตัวอย่างที่ 4 จงเขียนกราฟของอสมการ $3x - 2y < 6$

วิธีทำ เขียนกราฟของ $3x - 2y = 6$ ได้ดังนี้



5. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

1. ขั้นนำ

1.1 ครูสนทนากับนักเรียนว่า “ในคาบนี้เราจะมาทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องกราฟของอสมการเชิงเส้น ”

1.2 ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับกราฟของสมการเชิงเส้นในแบบต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยเรียนมาเพื่อเป็นแนวทางในการเขียนกราฟของสมการเชิงเส้นอื่น ๆ

2. ขั้นสอน

2.1 ขั้นเผชิญปัญหา

1. ครูนำเสนอตัวอย่างที่ 1 ให้นักเรียนลองพิจารณาเป็นรายบุคคล

2.2 ขั้นไตร่ตรองทางปัญญา

2. ครูให้นักเรียนจับกลุ่ม 3 – 5 คน และให้นักเรียนเปิดไฟล์ GSP 1 ช่วยกันสำรวจว่า จุด $(1, 1)$, $(1, \sqrt{2})$, $(1, 2.5)$ มีลักษณะร่วมกันอย่างไร

3. ครูให้นักเรียนช่วยกันตั้งข้อคาดเดาจนได้คำตอบว่า จุด $(1, 1)$, $(1, \sqrt{2})$, $(1, 2.5)$ และอีกหลายจุดนับไม่ถ้วนอยู่บนเส้นตรงซึ่งเป็นกราฟของ $x = 1$

4. ให้นักเรียนช่วยกันสืบเสาะหาเหตุผล ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

2.3 ขั้นเสนอแนวคิดต่อชั้นเรียน

5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อค้นพบที่ได้ พร้อมชี้แนะนักเรียนเพิ่มเติมตามความเหมาะสม จากนั้นดำเนินการสอนตัวอย่างอื่น ๆ ตามขั้นตอนข้างต้น

6. ครูนำเสนอตัวอย่างที่ 2 ให้นักเรียนลองพิจารณาเป็นรายบุคคล (ขั้นเผชิญปัญหา)

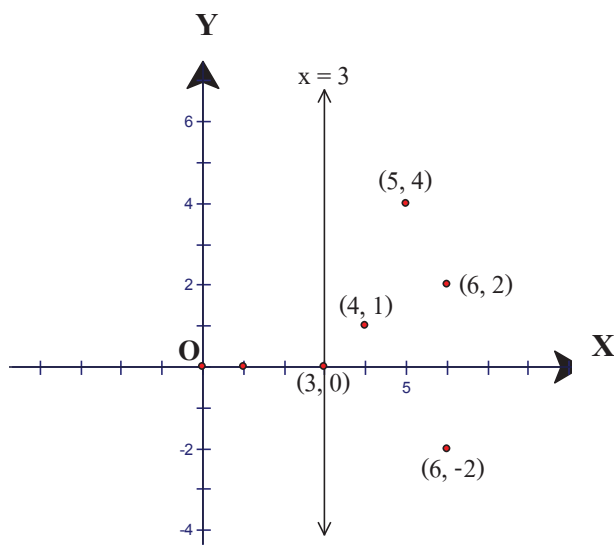
7. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเปิดไฟล์ GSP 1 ช่วยกันสำรวจว่า จุด $(0, 4)$, $(1.2, 2.8)$, $(4, 0)$ มีลักษณะร่วมกันอย่างไร (ขั้นไตร่ตรองทางปัญญา)

8. ครูให้นักเรียนช่วยกันตั้งข้อคาดเดาจนได้คำตอบว่า จุด $(0, 4)$, $(1.2, 2.8)$, $(4, 0)$ และอีกหลายจุดนับไม่ถ้วนอยู่บนเส้นตรงซึ่งเป็นกราฟของ $x + y = 4$ (ขั้นไตร่ตรองทางปัญญา)

9. ให้นักเรียนช่วยกันสืบเสาะหาเหตุผล ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น (ขั้นไตร่ตรองทางปัญญา)

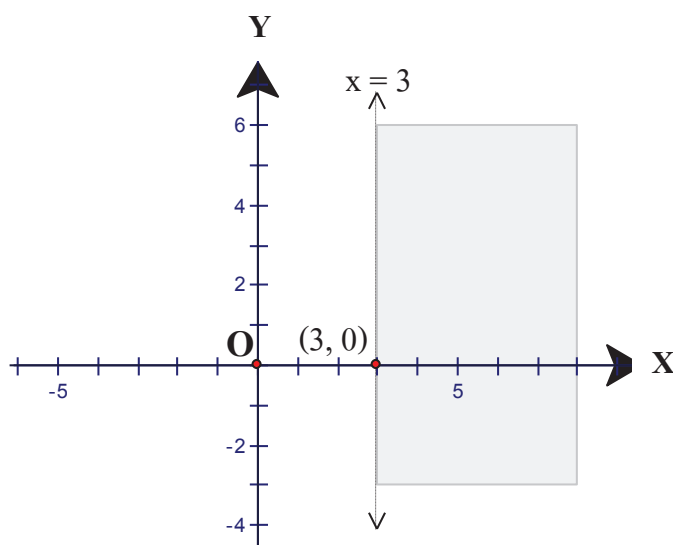
10. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อค้นพบที่ได้ (ขั้นเสนอแนวคิดต่อชั้นเรียน)

11. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า หากต้องการกล่าวถึงเซตของจุด เราอาจแสดงได้ดังนี้

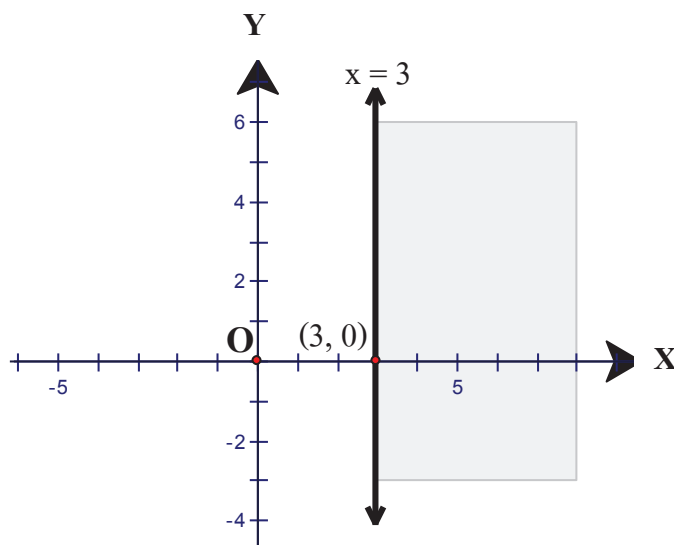


12. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสำรวจ ตั้งข้อคาดเดา และสืบเสาะหาเหตุผลจนได้ข้อสรุปดังนี้ (ขั้นไตร่ตรองทางปัญญา)

“จากกราฟจะเห็นว่า เส้นตรงซึ่งเป็นกราฟของ $x = 3$ แบ่งเป็นระนาบสองส่วน คือ ส่วนที่อยู่ด้านขวาของเส้นตรง และส่วนที่อยู่ด้านซ้ายของเส้นตรง ซึ่งจากกราฟจุด $(4,1), (5,4), (6,2)$ และ $(6,-2)$ อยู่ด้านขวาของเส้นตรง ถ้าต้องการกล่าวถึงจุดทุกจุดทางขวาของเส้นตรง นั่นคือ กล่าวถึงทุกจุดที่มีพิกัดของ x มากกว่า 3 หรือ $\{(x, y) | x > 3\}$ จะใช้เส้นประและการแรเงาบริเวณด้านขวาของเส้นตรงซึ่งเป็นกราฟของ $x = 3$ เพื่อแสดงกราฟของอสมการ $x > 3$ ดังรูป ก. และถ้าต้องการรวมจุดทุกจุดบนเส้นตรงซึ่งเป็นกราฟของ $x = 3$ ด้วย นั่นคือ $\{(x, y) | x \geq 3\}$ ก็ทำได้โดยการเขียนกราฟของเส้นตรง $x = 3$ โดยใช้เส้นทึบต่อเนื่องแทนเส้นประ ดังรูป ข.”



รูป ก. $x > 3$

รูป ข. $x \geq 3$

“และสำหรับกราฟของสมการเชิงเส้นอื่น ๆ ก็สามารถเขียนได้โดยใช้เส้นประหรือเส้นทึบและอาณาบริเวณที่แรเงาในลักษณะที่กล่าวข้างต้น”

13. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อค้นพบที่ได้ (ขึ้นเสนอนแนวคิดต่อชั้นเรียน)
14. ครูเสนอสถานการณ์ปัญหาจากใบงานรายบุคคล (ตัวอย่างที่ 3 และ 4) โดยให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล โดยการสำรวจและสร้างข้อความคาดการณ์โดยใช้โปรแกรม GSP ในไฟล์ GSP 1
15. ให้นักเรียนเข้ากลุ่ม แล้วให้สมาชิกแต่ละคนเสนอวิธีแก้ปัญหาและคำตอบของตนเองต่อกลุ่ม ครูเดินดูที่ละกลุ่ม สังเกตพฤติกรรมการแสดงความคิดเห็นของแต่ละกลุ่มและให้เสริมแรงนักเรียนในการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

16. สมาชิกภายในกลุ่มทุกคนช่วยกันตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่คิดว่าถูกต้อง รวบรวมวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของสมาชิกแต่ละคน โดยอภิปรายซักถามแสดงความคิดเห็น สรุปเป็นคำตอบของกลุ่มและแนวทางในการหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับได้ของทุกคนในกลุ่ม แล้วช่วยกันทำลงในใบงานกลุ่มย่อย

คาบที่ 2

17. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลงานต่อทั้งชั้นว่ากลุ่มของตนมีวิธีการแก้ปัญหายังไงบ้าง นักเรียนในชั้นตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบ ครูเสนอคำตอบของปัญหา ถ้าไม่มีนักเรียนนำเสนอคำตอบที่ถูกต้อง ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบจนกว่าได้คำตอบที่ถูกต้อง

18. ครูให้นักเรียนทุกคนแสดงความคิดเห็นซักถามเพื่อหาข้อสรุปเป็นมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียน โดยครูใช้คำถามว่า “จากเรื่องที่เรียนมา นักเรียนสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้ยังไงบ้าง” (นักเรียนช่วยกันตอบและแสดงความคิดเห็น ครูจดบันทึกเพื่อนำไปสู่การสรุป)

19. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปข้อความรู้ที่เรียนมา โดยครูรวบรวมคำตอบของนักเรียนและครูใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียน ได้ความคิดรวบยอดที่ชัดเจนขึ้น

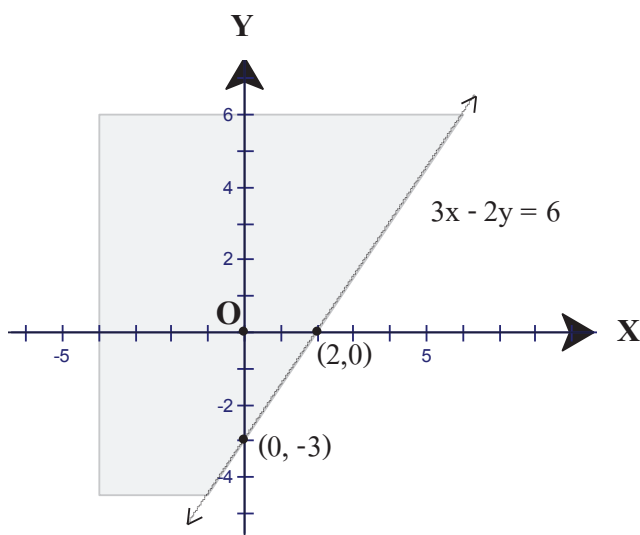
20. ครูและนักเรียนสนทนาเพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงเพิ่มเติมว่าถ้าเลือกจุด (x, y) ใดๆ มาหนึ่งจุด และแทนค่า x และ y ลงไปใน $3x - 2y$ เราพบว่าค่าที่ได้จะเป็นอย่างไรอย่างใดอย่างหนึ่งในสามกรณีต่อไปนี้

$$3x - 2y = 6$$

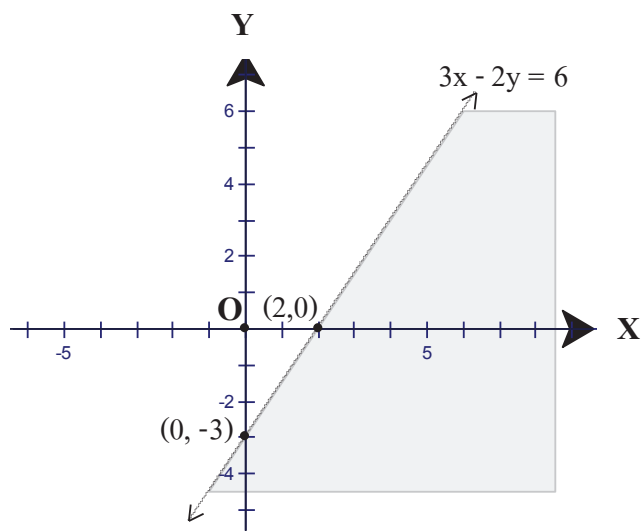
หรือ $3x - 2y < 6$

หรือ $3x - 2y > 6$

21. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า “ทุกจุด (x, y) ที่สอดคล้องกับอสมการ $3x - 2y < 6$ จะอยู่ในอาณาบริเวณด้านหนึ่งของเส้นตรงที่เป็นกราฟของ $3x - 2y = 6$ และทุกจุด (x, y) ที่สอดคล้องกับอสมการ $3x - 2y > 6$ จะอยู่ในอาณาบริเวณอีกด้านหนึ่งของเส้นตรงนั้นเป็นอย่างนี้เสมอ อย่างไรก็ตาม เราอาจจะไม่สามารถบอกได้ทันทีว่า $3x - 2y < 6$ เป็นอาณาบริเวณเหนือเส้นตรงหรือเป็นอาณาบริเวณใต้เส้นตรง เราจึงต้องมีวิธีในการตัดสินใจว่ากราฟของอสมการ $3x - 2y < 6$ จะเป็นดังรูป ก. หรือรูป ง.”



รูป ก.



รูป ง.

22. ครูให้นักเรียนลองพิจารณาจุด $(0, 0)$ หรือจุดอื่น ๆ ที่เห็นชัดเจนว่าอยู่เหนือเส้นตรง $3x - 2y = 6$ ซึ่งนักเรียนจะพบว่า “เมื่อแทน x และ y ในอสมการ $3x - 2y < 6$ ด้วย 0 ได้อสมการที่เป็นจริง ดังนั้น จุดอื่น ๆ ทุกจุดที่อยู่ด้านเดียวกับจุด $(0, 0)$ จะสอดคล้องกับอสมการ $3x - 2y < 6$ ด้วยเช่นกัน เขียนกราฟของอสมการ $3x - 2y < 6$ ได้ดังรูป ค.”

23. ครูอธิบายเสริมว่า “การเลือกจุดมาทดสอบว่าบริเวณใดเป็นบริเวณที่สอดคล้องกับอสมการ เราเลือกมาเพียงจุดเดียวที่เห็นได้ชัดเจนว่าอยู่เหนือหรือใต้ก็เพียงพอ และโดยทั่วไปจุด $(0, 0)$ ก็มักจะเป็นจุดที่สะดวกที่สุดเสมอในการนำมาพิจารณา จุดที่นำมาทดสอบนี้เรียกว่า จุดทดสอบ (test point) และวิธีการทดสอบข้างต้นเป็นจริงเพราะสมการ $3x - 2y = 6$ สามารถเขียนได้ในรูป $y = \frac{3}{2}x - 3$ ฉะนั้นกราฟของอสมการ $y > \frac{3}{2}x - 3$ คืออาณาบริเวณทั้งหมดของระนาบที่อยู่ใต้เส้นตรง $y = \frac{3}{2}x - 3$ ดังรูป ง. และเนื่องจากอสมการ $3x - 2y = 6$ สมมูลกับอสมการ $y = \frac{3}{2}x - 3$ ฉะนั้นกราฟของอสมการ $3x - 2y = 6$ จึงเป็นดังรูป ค.”

3. ขั้นสรุป

24. ครูสุ่มนักเรียนสรุปขั้นตอนการเขียนกราฟอสมการเชิงเส้นที่ได้เรียนไป พร้อมเสนอแนะเพิ่มเติมตามความเหมาะสม

4. ขั้นฝึกทักษะและนำไปใช้

25. ครูซักถามนักเรียนเป็นรายบุคคล

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. ไฟล์สำเร็จรูป GSP 1
2. คอมพิวเตอร์

3. จอ LCD Projector

4. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ของสสวท.

5. คู่มือคณิตศาสตร์รวม ม. 4-5-6 โดย รศ.ดร.ณรงค์ ปิ่นนิยม

6. แบบฝึกหัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เล่ม 6 โดยกนกวลี อุษณกรกุล และ รณชัย มาเจริญทรัพย์

7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. ใบกิจกรรมรายบุคคล 1 และ ใบกิจกรรมกลุ่มย่อย 1

2. แบบฝึกทักษะ 1

8. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ 1. เขียนกราฟของสมการเชิงเส้น พร้อม ทั้งคำตอบของสมการเชิงเส้นได้ 2. หาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นได้ 3. ระบุพิกัดของจุดที่สอดคล้องกับ อสมการเชิงเส้นได้ 4. เขียนกราฟของอสมการเชิงเส้นได้ 5. เขียนอสมการเชิงเส้นจากกราฟที่ กำหนดให้ได้	1. ใบกิจกรรม รายบุคคล 1 2. ใบกิจกรรมกลุ่ม ย่อย 1 3. แบบฝึกทักษะ 1	- ตอบถูก 70% ขึ้นไป = ดีมาก - ตอบถูก 50% ขึ้นไป = ใช้ได้ - ต่ำกว่า 50% = ปรับปรุง
ด้านทักษะกระบวนการ 1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ 2. ความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ 3. ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์ และการ นำเสนอ	1. ใบกิจกรรม รายบุคคล 1 2. ใบกิจกรรมกลุ่ม ย่อย 1 3. แบบฝึกทักษะ 1	- ตอบถูกอย่างมี หลักการ = 2 - ตอบถูกแต่อธิบาย ไม่ได้ = 1 - ตอบไม่ถูก = 0

การวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านทักษะกระบวนการ (ต่อ) 5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์		
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ 2. มีความรับผิดชอบงานที่ได้รับ มอบหมาย 3. มีระเบียบและรอบคอบในการทำงาน 4. คิดอย่างเป็นระบบ 5. มีวิจรรย์ญาณ 6. มีความเชื่อมั่นในตนเอง	แบบประเมิน พฤติกรรม	พฤติกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ประเมินอยู่ ในระดับ 2 ขึ้นไปถือว่า ผ่านเกณฑ์

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

สิ่งที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

สิ่งที่ควรปรับปรุง/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้สอน

(นางสาววันฉลมา ปานกาแข็ง)

แบบฝึกทักษะ 1

เรื่องกราฟของอสมการเชิงเส้น

1. พิจารณาจุด $(1,1)$, $(-1,3)$, $(2,-2)$ และ $\left(\frac{1}{4}, \frac{1}{2}\right)$ ว่าอยู่ในกราฟของอสมการ $2x + y < 2$
หรือ $2x + y > 2$ หรืออยู่บนเส้นตรงซึ่งเป็นกราฟของ $2x + y = 2$
2. จงเขียนกราฟของอสมการต่อไปนี้
 - (1) $x < 2$
 - (2) $y > 3$
 - (3) $y \leq 3$
 - (4) $x \geq -1$
 - (5) $2x + 2y < 4$
 - (6) $y + 2x > 2$
 - (7) $3y - x \leq 6$
 - (8) $x \leq 2y - 2$



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

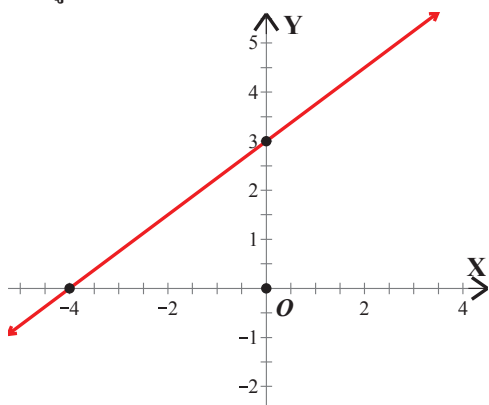
เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ 30 คะแนน ใช้เวลา 90 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมายกากบาท x ลงในช่อง ก, ข, ค, หรือ ง ในกระดาษคำตอบ
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดทับคำตอบเดิมก่อน แล้วจึงเลือกคำตอบใหม่ตามต้องการ
4. คำถามในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบเกินหนึ่งคำตอบหรือไม่ตอบจะไม่ได้คะแนนในข้อนั้น
5. นักเรียนสามารถขีดเขียนหรือทดลงในข้อสอบและกระดาษคำตอบได้
6. ไม่อนุญาต ให้ใช้เครื่องคำนวณทุกชนิด

ขอขอบคุณในความร่วมมืออย่างยิ่ง
นางสาววันฉลมา ปานากาเซ็ง
นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

1. จากรูป เป็นกราฟของสมการในข้อใด



- ก. $4x - 3y = 3$ ข. $4y = 3x + 12$
 ค. $3x - 4y = 12$ ง. $4y = 3x - 3$

2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นคำตอบของระบบสมการ

$2x - y = 3$ และ $x - 2y = 3$

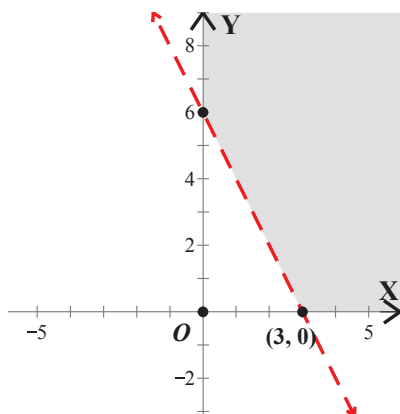
- ก. (1, -1) ข. (2, 1)
 ค. (-1, -2) ง. (-1, 1)

3. พิกัด (3, 3), (-5, 2), (4, 0), (5, 1) สอดคล้องกับสมการในข้อใด

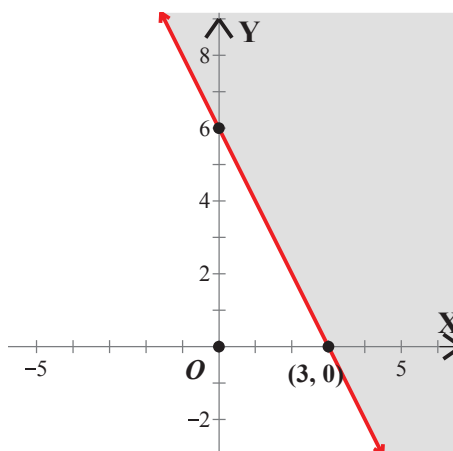
- ก. $3x + y < 12$ ข. $2x + 3y \leq 15$
 ค. $3x + y \leq 12$ ง. $2x + 3y < 15$

4. ข้อใดคือกราฟของสมการ $2x + y > 6$

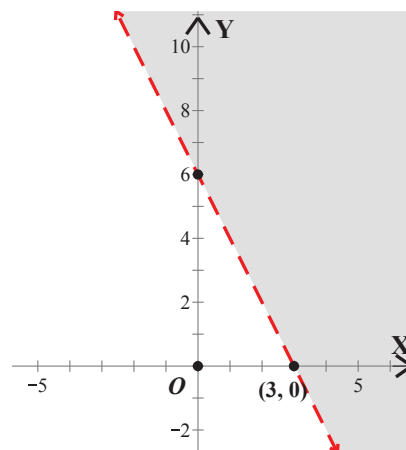
ก.



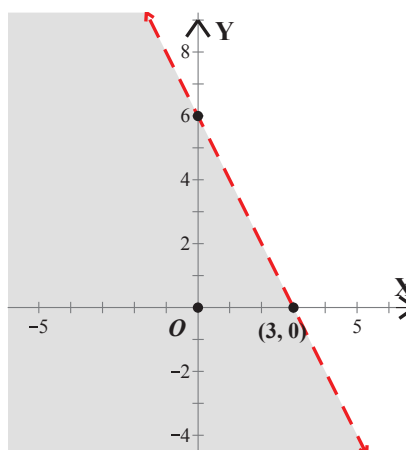
ข.



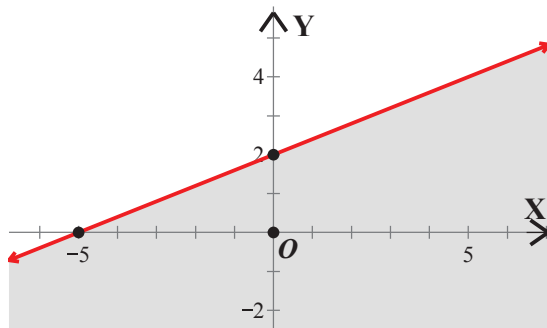
ค.



ง.



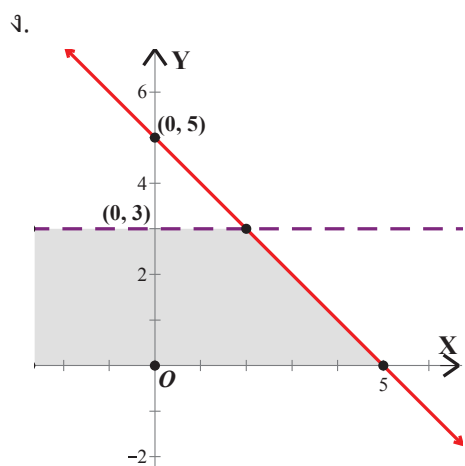
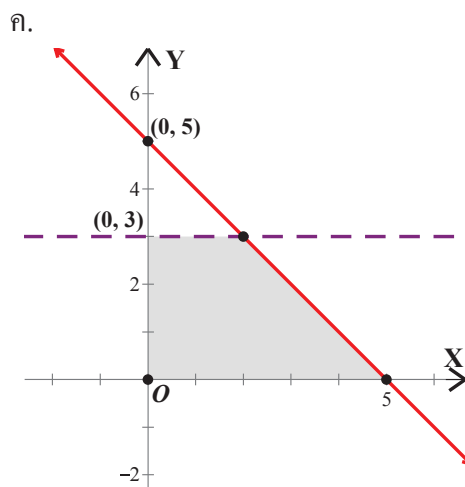
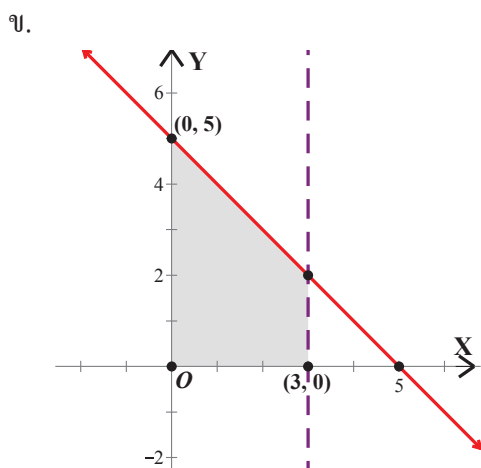
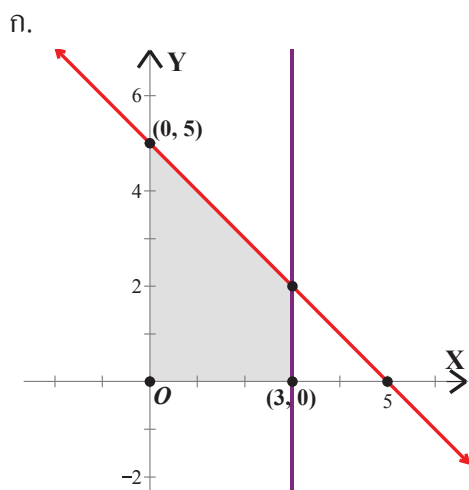
5. อาณาบริเวณที่แรเงาดังรูป ตรงกับสมการในข้อใด



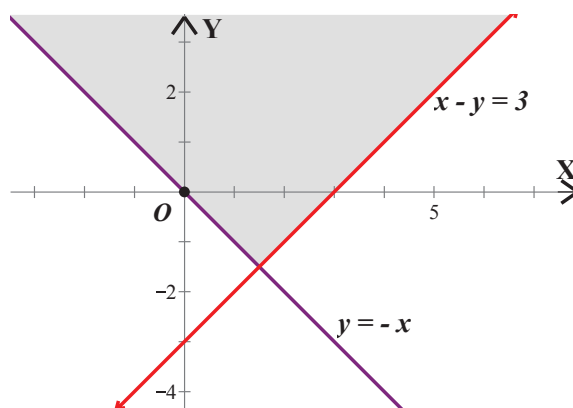
- ก. $5y - 2x \leq 10$ ข. $5y - 2x \geq 10$
- ค. $-5y - 2x \leq 10$ ง. $-5y - 2x \geq 10$

6. ข้อใดคือกราฟของระบบสมการ

$x + y \leq 5, 0 \leq x < 3$ และ $y \geq 0$



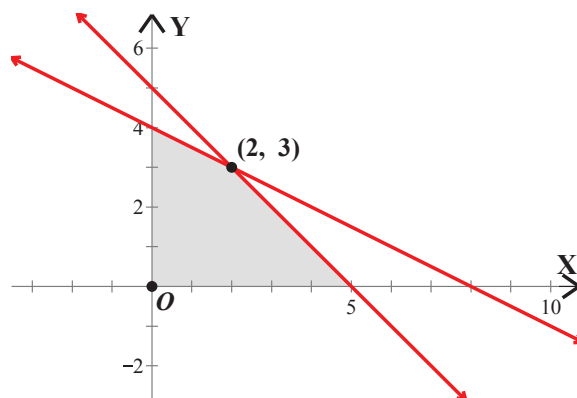
7. อาณาบริเวณที่แรเงาดังรูป ตรงกับระบบสมการในข้อใด



- ก. $x - y \leq 3$ และ $y \leq -x$
- ข. $x - y \geq 3$ และ $y \geq -x$

- ก. $x - y \leq 3$ และ $y \geq -x$
 ง. $x - y \geq 3$ และ $y \geq -x$
8. พิกัดของจุดยอดมุมของกราฟของระบบ
 อสมการ $y + 3x - 1 \geq 0, x - y + 1 \leq 0$ คือข้อใด
 ก. (0, 1) ข. (1, 0)
 ค. (1, 1) ง. (-1, 1)
9. ข้อใด **ไม่ใช่** จุดยอดมุมของกราฟของระบบ
 อสมการ $3x - 2y \leq 12, x + y \leq 2, x \geq 0$
 ก. (0, 2) ข. (0, -6)
 ค. (2, 0) ง. $\left(\frac{16}{5}, -\frac{6}{5}\right)$
10. พิกัดของจุดยอดมุมของเซตคำตอบของ
 ระบบอสมการ $2x + 3y \leq 15, 3x + y \leq 12,$
 $x \geq 0$ และ $y \geq 0$ คือข้อใด
 ก. (3, -3), (4, 0), (0, 5), (0, 0)
 ข. (2, 2), (4, 0), (0, 5), (0, 0)
 ค. (3, 3), (0, 4), (0, 5), (0, 0)
 ง. (3, 3), (4, 0), (0, 5), (0, 0)
11. กำหนดฟังก์ชันจุดประสงค์ $P = 3x + 2y$
 โดยมีระบบอสมการในข้อ 10. เป็นอสมการ
 ข้อจำกัด แล้วค่าสูงสุดของ P เป็นเท่าใด
 ก. 0 ข. 8 ค. 13 ง. 15
12. กำหนดอสมการข้อจำกัด $1 \leq x \leq 3$ และ
 $2 \leq y \leq 5$ และฟังก์ชันจุดประสงค์ $P = 4x - y$
 ค่าสูงสุดของ P เป็นเท่าใด
 ก. 0 ข. 6 ค. 7 ง. 10

13. ค่าสูงสุดของ $P = 3x + y$ ในพื้นที่ที่แรเงาดัง
 รูป เท่ากับเท่าใด



- ก. 9 ข. 10 ค. 12 ง. 15

14. จุดที่ทำให้ค่าของ $P = 2x + 4y$ มีค่าสูงสุด
 ภายใต้ข้อสมการข้อจำกัด

$$\begin{aligned} x + y &\leq 20 \\ y - x &\leq 10, \\ x + y &\geq 5, \\ 0 \leq x &\leq 10 \text{ และ } y \geq 5 \end{aligned}$$

มีพิกัดตรงกับข้อใด

- ก. (0, 5) ข. (5, 15)
 ค. (10, 10) ง. (10, 20)

15. ค่าต่ำสุดของ $P = 2x + 4y$ ภายใต้เงื่อนไข
 ของอสมการข้อจำกัด

$$\begin{aligned} x + y &\leq 20, \\ y - x &\leq 10, \\ x + y &\geq 5, \\ 0 \leq x &\leq 10 \text{ และ } y \geq 5 \end{aligned}$$

เท่ากับเท่าใด

- ก. 10 ข. 20 ค. 40 ง. 60

16. กำหนดฟังก์ชันจุดประสงค์ $P = 35x - 25y$

และอสมการข้อจำกัด คือ

$$2x + 3y \leq 15,$$

$$3x + y \leq 12,$$

$$x \geq 0 \text{ และ } y \geq 0$$

ถ้า (a, b) เป็นจุดมุมที่ให้ค่า P มากที่สุด แล้ว

$a+b$ เท่ากับเท่าใด

- ก. 3 ข. 4 ค. 5 ง. 6

17. ภายใต้สมการข้อจำกัดต่อไปนี้

$$x + 2y \leq 4,$$

$$x - y \leq 1,$$

$$x + y \geq 1,$$

$$x \geq 0 \text{ และ } y \geq 0$$

ฟังก์ชันจุดประสงค์ในข้อใดต่อไปนี้ ที่มีค่ามากที่สุด

ก. $P = 3x + 2y$ ข. $P = 2x + 3y$

ค. $P = x + 5y$ ง. $P = 4x + y$

18. จุดที่ทำให้ค่าของ $P = 9x + 15y$ มีค่าต่ำสุด

ภายใต้สมการข้อจำกัด

$$3x + 4y \geq 25,$$

$$x + 3y \geq 15,$$

$$x \geq 0 \text{ และ } y \geq 0$$

มีพิกัดตรงกับข้อใด

ก. $(3, 4)$ ข. $(0, 0)$

ค. $\left(0, \frac{25}{4}\right)$ ง. $\left(\frac{25}{3}, 0\right)$

19. ค่าของ x, y ที่ทำให้ $P = 3x + 5y$ มีค่าต่ำสุดตามเงื่อนไขข้อจำกัดที่กำหนดให้ต่อไปนี้

$$4x + y \geq 9$$

$$2x + 5y \geq 16$$

$$3x + 2y \geq 13$$

$$x \geq 0 \text{ และ } y \geq 0$$

สอดคล้องกับข้อใดต่อไปนี้

ก. $x + y = 6$ ข. $xy < 5$

ค. $x - y = 1$ ง. $2x - y > 4$

20. กำหนดฟังก์ชันจุดประสงค์ $P = 2x + y$

ภายใต้สมการข้อจำกัดคือ

$$x + 2y \leq 48,$$

$$x + y \leq 30,$$

$$2x + y \leq 50,$$

$$x \geq 0 \text{ และ } y \geq 0$$

จุดมุมในข้อใด ให้ค่า P เท่ากัน

ก. $(10, 30)$ และ $(25, 0)$

ข. $(20, 10)$ และ $(25, 0)$

ค. $(12, 18)$ และ $(15, 12)$

ง. $(12, 18)$ และ $(10, 22)$

21. ชีรเดชวางแผนจะปลูกมันหรือส้มบนที่ดิน

120 ไร่ โดยมีข้อมูลในการลงทุนดังนี้

ในการปลูกมัน จะต้องลงทุนค่าต้นกล้าไร่ละ

200 บาท และใช้แรงงานไร่ละ 13.5 ชั่วโมง

ในการปลูกส้ม จะต้องลงทุนค่าต้นกล้าไร่ละ

300 บาท และใช้แรงงานไร่ละ 9 ชั่วโมง

ชีรเดชมีเงินลงทุนสำหรับค่าต้นกล้า 30,000

บาท และมีแรงงานไม่เกิน 1,350 ชั่วโมง ถ้าปลูก

มันจะได้กำไรไร่ละ 1,500 บาท ปลูกส้มจะได้

กำไรไร่ละ 2,000 บาท ชีรเดชจะมีวิธีปลูกพืชไร่

แต่ละชนิดเป็นจำนวนกี่ไร่ จึงจะได้กำไรสูงสุด

- ก. ปลุกมันอย่างเดียว 120 ไร่
 ข. ปลุกส้มอย่างเดียว 100 ไร่
 ค. ปลุกมัน 60 ไร่ ปลุกส้ม 60 ไร่
 ง. ปลุกมัน 50 ไร่ ปลุกส้ม 70 ไร่

จงใช้โจทย์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 22 –24

โรงงานขนมไทยแห่งหนึ่ง ผลิตขนมทองหยอดกับขนมฝอยทอง โดยผลิตขนมไทยได้อย่างมาก 200 ก้อนต่อวัน ในแต่ละวันจะมีลูกค้าประจำสั่งซื้อขนมทองหยอดอย่างน้อย 10 ก้อน และสั่งซื้อขนมฝอยทองอย่างน้อย 80 ก้อน ถ้ากำไรในการขายขนมทองหยอดกิโลกรัมละ 50 บาท และกำไรในการขายขนมฝอยทองกิโลกรัมละ 35 บาท โรงงานจะต้องผลิตขนมทองหยอดกับขนมฝอยทองวันละกี่กิโลกรัม จึงจะได้กำไรจากการขายมากที่สุด ถ้าให้

- x แทนจำนวนกิโลกรัมต่อวันในการผลิตขนมทองหยอด
 y แทนจำนวนกิโลกรัมต่อวันในการผลิตขนมฝอยทอง และ
 P แทน กำไรในการขายขนมไทย

22. ฟังก์ชันจุดประสงค์ตรงกับข้อใด

- ก. $P = 50x + 35y$
 ข. $P = 35x + 50y$
 ค. $P = 10x + 80y$
 ง. $P = 80x + 10y$

23. ระบบอสมการข้อจำกัดตรงกับข้อใด

- ก. $x + y \geq 200, x \geq 10, y \geq 80$

ข. $x + y \geq 200, 0 \leq x \leq 10, 0 \leq y \leq 80$

ค. $x + y \leq 200, 0 \leq x \leq 10, 0 \leq y \leq 80$

ง. $x + y \leq 200, x \geq 10, y \geq 80$

24. ควรจะผลิตขนมทองหยอดกับขนมฝอยทองจำนวนเท่าไร

- ก. ผลิตขนมทองหยอด 10 ก้อน และขนมฝอยทอง 80 ก้อน
 ข. ผลิตขนมทองหยอด 10 ก้อน และขนมฝอยทอง 190 ก้อน
 ค. ผลิตขนมทองหยอด 120 ก้อน และขนมฝอยทอง 80 ก้อน
 ง. ผลิตขนมทองหยอด 80 ก้อน และขนมฝอยทอง 120 ก้อน

จงใช้โจทย์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 25 – 28

สำนักพิมพ์แห่งหนึ่งผลิตหนังสือ 2

ประเภท ดังนี้

ประเภท A หน้าปกพิมพ์ 4 สีใช้เวลาในการผลิต 12 นาทีต่อเล่ม โดยมีกำไรเล่มละ 40 บาท

ประเภท B หน้าปกขาว-ดำ ใช้เวลาในการผลิต 6 นาทีต่อเล่ม มีกำไรเล่มละ 10 บาท

จากการสำรวจตลาดพบว่าความต้องการหนังสือประเภท A และ B ไม่เกิน 100 และ 300 เล่มต่อสัปดาห์ตามลำดับ โดยเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตสามารถทำงานได้สัปดาห์ละไม่เกิน 40 ชั่วโมง สำนักพิมพ์ต้องการกำไรมากที่สุดจากการพิมพ์หนังสือทั้ง 2 ประเภท ถ้าให้

x แทน จำนวนเล่มต่อสัปดาห์ในการผลิต
หนังสือประเภท A
 y แทน จำนวนเล่มต่อสัปดาห์ในการผลิต
หนังสือประเภท B และ
 P แทน กำไรจากการพิมพ์หนังสือประเภท A
และ B

25. ฟังก์ชันจุดประสงค์ ตรงกับข้อใด

ก. $P = 12x + 6y$

ข. $P = 6x + 12y$

ค. $P = 40x + 10y$

ง. $P = 10x + 40y$

26. ระบบอสมการข้อจำกัด ตรงกับข้อใด

ก. $12x + 6y \geq 2400,$
 $0 \leq x \leq 100,$
 $0 \leq y \leq 300$

ข. $12x + 6y \leq 2400,$
 $0 \leq x \leq 100,$
 $0 \leq y \leq 300$

ค. $12x + 6y \leq 40,$
 $0 \leq x \leq 100,$
 $0 \leq y \leq 300$

ง. $12x + 6y \leq 40,$
 $0 \leq x \leq 100,$
 $0 \leq y \leq 300$

27. จะต้องผลิตหนังสืออย่างไรเพื่อให้
สำนักพิมพ์ได้กำไรมากที่สุด

ก. ผลิตหนังสือประเภท A 50 เล่มต่อ
สัปดาห์ และหนังสือประเภท B 300 เล่ม
ต่อสัปดาห์

ข. ผลิตหนังสือประเภท A 100 เล่มต่อ
สัปดาห์ และหนังสือประเภท B 300 เล่ม
ต่อสัปดาห์

ค. ผลิตหนังสือประเภท A 80 เล่มต่อ
สัปดาห์ และหนังสือประเภท B 250 เล่ม
ต่อสัปดาห์

ง. ผลิตหนังสือประเภท A 100 เล่มต่อ
สัปดาห์ และหนังสือประเภท B 200 เล่ม
ต่อสัปดาห์

28. สำนักพิมพ์จะได้กำไรมากที่สุดต่อสัปดาห์
จากการพิมพ์หนังสือทั้ง 2 ประเภทเป็นเท่าใด

ก. 4000 บาท

ข. 5000 บาท

ค. 6000 บาท

ง. 7000 บาท

29. จากสถานการณ์ปัญหา

“โรงแรมปาร์ควิวสามารถรับนักท่องเที่ยวเข้าพักได้ไม่เกิน 200 คน และได้จัดอาหารเช้าไว้ 50 ชุด จากสถิติพบว่า 40% ของนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศ และ 20% ของนักท่องเที่ยวชาวไทยรับประทานอาหารเช้าในโรงแรม ถ้ากำไรค่าอาหารจากนักท่องเที่ยวต่างประเทศชุดละ 45 บาท และชาวไทย 35 บาท เพื่อให้ได้กำไรค่าอาหารสูงสุด ทางโรงแรมควรมีนักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างประเทศอย่างละกี่คน” ถ้าให้

P แทน กำไรค่าอาหารจากนักท่องเที่ยว

x แทน จำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศ
และ

y แทน จำนวนนักท่องเที่ยวชาวไทย
อสมการข้อจำกัดเพิ่มเติมจาก $x \geq 0$ และ $y \geq 0$
ตรงกับข้อใด

ก. $0.40x + 0.20y \leq 50$

$x + y \leq 200$

ข. $40x + 20y \leq 200$

$x + y \leq 50$

ค. $0.40x + 0.20y \geq 50$

$x + y \leq 200$

ง. $0.40x + 0.20y \leq 50$

$x + y \geq 200$

30. มีปุ๋ยเคมีสองชนิด คือ ชนิด A และ ชนิด B
โดยแต่ละชนิดบรรจุลงละ 100 กรัม
ส่วนประกอบและราคาแต่ละชนิดเป็นดังนี้

ชนิดปุ๋ย	ชนิด A	ชนิด B
สารอาหาร N	2 หน่วย	3 หน่วย
สารอาหาร P	1 หน่วย	3 หน่วย
สารอาหาร K	60 หน่วย	45 หน่วย
ราคาถุงละ	12 บาท	10 บาท

นักวิจัยทดลองผสมปุ๋ยชนิด A และ ชนิด B
ให้พืชในแปลงทดลอง โดยส่วนผสมปุ๋ยที่ได้
ประกอบด้วยสารอาหาร N อย่างน้อย 18 หน่วย
สารอาหาร P อย่างน้อย 12 หน่วย และ
สารอาหาร K อย่างน้อย 360 หน่วย ถ้าต้องการ
คำนวณค่าใช้จ่ายน้อยสุดในการผสมปุ๋ยทั้งสอง
ชนิด เมื่อกำหนดให้

x แทน จำนวนปุ๋ยชนิด A (ถุง) และ

y แทน จำนวนปุ๋ยชนิด B (ถุง)

จงพิจารณาอสมการข้อจำกัดต่อไปนี้

(1) $x \geq 0$ และ $y \geq 0$

(2) $x + y \leq 100$

(3) $x + 3y \geq 12$

(4) $4x + 3y \geq 24$

(5) $2x + 3y \geq 18$

อสมการดังกล่าวถูกต้องกี่ข้อ

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 5

คำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

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



**แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP**

คำชี้แจง

1. แบบวัดความพึงพอใจฉบับนี้ต้องการทราบความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องระดับความพึงพอใจที่ตรงกับความพึงพอใจของนักเรียนมากที่สุด ซึ่งมี 5 ระดับ คือ
 - ระดับ 5 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
 - ระดับ 4 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมาก
 - ระดับ 3 คะแนน หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
 - ระดับ 2 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อย
 - ระดับ 1 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดทับคำตอบเดิมก่อน แล้วจึงเลือกใหม่ตามต้องการ
4. การตอบแบบวัดความพึงพอใจครั้งนี้จะไม่ก่อให้เกิดผลเสียแก่ตัวนักเรียนไม่ว่ากรณีใด ๆ ข้อมูลที่ได้จะวิเคราะห์ในภาพรวมเพื่อนำไปพัฒนาต่อไป

ขอขอบคุณในความร่วมมืออย่างดียิ่ง
นางสาววันชลมา ปานกาเซ็ง
นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหาที่น่าสนใจ					
1.2 เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาและระดับชั้นของผู้เรียน					
1.3 เนื้อหาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน					
1.4 เนื้อหาที่เรียนมีประโยชน์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน					
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 การจัดกิจกรรมเป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก					
2.2 เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า เกิดการเรียนรู้ ด้วยตนเองโดยอิสระ					
2.3 การจัดกิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้					
2.4 เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับครู					
2.5 เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อน ๆ					
2.6 การจัดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างเป็นรูปธรรม มากขึ้น					
2.7 การจัดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น					
2.8 กิจกรรมการเรียนรู้ไม่ทำให้รู้สึกเหนื่อยล้าและเบื่อหน่าย					
2.9 เป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบเป็นกันเอง ไม่ตึงเครียด					
2.10 ครูผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศและกิจกรรมในชั้นเรียนได้ อย่างเหมาะสม					
3. ด้านสื่อการเรียนการสอน					
3.1 การใช้โปรแกรม GSP เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนมี ความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน					
3.2 การใช้โปรแกรม GSP เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนทำ ให้ข้าพเจ้าเข้าใจบทเรียนดีขึ้น					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
3.3 เอกสารประกอบการเรียนการสอนช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจ บทเรียนดีขึ้น					
3.4 เอกสารประกอบการเรียนการสอนมีความเหมาะสม เชื่อมโยง กับเนื้อหาที่เรียนและน่าสนใจ					
3.5 สื่อการสอนของครูมีความเป็นพลวัต ได้รับความสนใจ					
3.6 ข้าพเจ้ารู้สึกพอใจเมื่อสามารถแก้ไขข้อปัญหาที่ครูให้สำเร็จได้ ด้วยตนเอง					
4. ด้านการวัดและประเมินผล					
4.1 มีการทดสอบก่อนและหลังเรียน					
4.2 แบบทดสอบที่ใช้เหมาะสมกับเวลา					
4.3 แบบทดสอบที่ใช้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
4.4 แบบทดสอบสามารถวัดได้ตรงกับเนื้อหาที่เรียน					
4.5 การวัดผลประเมินผลทำให้ข้าพเจ้าได้พัฒนาตนเอง					
4.6 ข้าพเจ้ามีโอกาสได้นำผลการประเมินไปปรับปรุงการเรียน ของตนเอง					
4.7 ข้าพเจ้าพอใจกับคะแนนสอบของตนเองทุกครั้ง					

P[[

யயய

ภาคผนวก ก
การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP
2. ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผล – สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
4. ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP

ตารางภาคผนวก ค – 1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตาม

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{x}	ความคิดเห็น
	1	2	3		
1. สาระสำคัญ					
1.1 สาระสำคัญครอบคลุมเนื้อหา	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 สามารถสอนได้บรรลุพฤติกรรม	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2.4 สามารถประเมินผลได้	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้ / เนื้อหา					
3.1 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	4	4	4.33	เหมาะสมมาก
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4.33	เหมาะสมมาก
3.3 เหมาะสมกับเวลาเรียนที่กำหนด	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
3.4 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4.00	เหมาะสมมาก
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 เหมาะสมกับเวลา วัสดุอุปกรณ์ สภาพแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน	4	4	4	4.00	เหมาะสมมาก
4.4 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
4.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	5	4	4.33	เหมาะสมมาก
4.6 เหมาะสมกับวัยและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ แสดงความสามารถตามศักยภาพของผู้เรียน	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ค – 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{x}	ความคิดเห็น
	1	2	3		
5. สื่อและแหล่งเรียนรู้					
5.1 สอนองจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
5.4 มีความน่าสนใจ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
5.5 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
5.6 สื่อการเรียนรู้สามารถใช้ได้สะดวกและปลอดภัย	4	4	4	4.00	เหมาะสมมาก
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้					
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
6.3 การวัดที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	4	5	4	4.33	เหมาะสมมาก
6.4 เกณฑ์การประเมินผลเหมาะสมกับผู้เรียน	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
6.5 การวัดและประเมินผลใช้วิธีการวัดที่หลากหลาย	4	5	4	4.33	เหมาะสมมาก
6.6 วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	4.33	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย				4.61	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางภาคผนวก ค – 2 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1	ใช้ได้
13	1	1	1	3	1	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1	ใช้ได้
15	1	1	1	3	1	ใช้ได้
16	1	1	1	3	1	ใช้ได้
17	1	1	1	3	1	ใช้ได้
18	1	1	1	3	1	ใช้ได้
19	1	1	1	3	1	ใช้ได้
20	1	1	1	3	1	ใช้ได้
21	1	1	1	3	1	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1	ใช้ได้
23	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ตารางภาคผนวก ค – 2 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
24	1	1	1	3	1	ใช้ได้
25	1	1	1	3	1	ใช้ได้
26	1	1	1	3	1	ใช้ได้
27	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
28	1	1	1	3	1	ใช้ได้
29	1	1	1	3	1	ใช้ได้
30	1	1	1	3	1	ใช้ได้
31	1	1	1	3	1	ใช้ได้
32	1	1	1	3	1	ใช้ได้
33	1	1	1	3	1	ใช้ได้
34	1	1	1	3	1	ใช้ได้
35	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
36	1	1	1	3	1	ใช้ได้
37	1	1	1	3	1	ใช้ได้
38	1	1	1	3	1	ใช้ได้
39	1	1	1	3	1	ใช้ได้
40	1	1	1	3	1	ใช้ได้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากค่า
ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ≥ 0.5 จึงเลือกข้อคำถามได้จำนวน 40 ข้อ

ตารางภาคผนวก ค – 3 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง
กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
1	0.71	0.57	ใช้ได้
2	0.64	0.43	ใช้ได้
3	0.79	0.43	ใช้ได้
4	0.79	0.43	ใช้ได้
5	0.71	0.57	ใช้ได้
6	0.71	0.29	ใช้ได้
7	0.64	0.43	ใช้ได้
8	0.71	0.29	ใช้ได้
9	0.71	0.57	ใช้ได้
10	0.71	0.57	ใช้ได้
11	0.79	0.43	ใช้ได้
12	0.50	0.43	ใช้ได้
13	0.64	0.43	ใช้ได้
14	0.71	0.57	ใช้ได้
15	0.79	0.43	ใช้ได้
16	0.79	0.43	ใช้ได้
17	0.64	0.43	ใช้ได้
18	0.64	0.43	ใช้ได้
19	0.50	0.43	ใช้ได้
20	0.36	0.43	ใช้ได้
21	0.64	0.43	ใช้ได้
22	0.71	0.57	ใช้ได้
23	0.64	0.14	ใช้ไม่ได้
24	0.71	0.29	ใช้ได้

ตารางภาคผนวก ค – 3 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
25	0.43	0.29	ใช้ได้
26	0.50	0.43	ใช้ได้
27	0.43	0.00	ใช้ไม่ได้
28	0.79	0.43	ใช้ได้
29	0.50	0.71	ใช้ได้
30	0.64	0.71	ใช้ได้
31	0.64	0.43	ใช้ได้
32	0.71	0.57	ใช้ได้
33	0.57	0.86	ใช้ได้
34	0.64	0.43	ใช้ได้
35	0.36	0.43	ใช้ได้
36	0.64	0.43	ใช้ได้
37	0.64	0.43	ใช้ได้
38	0.57	0.57	ใช้ได้
39	0.71	0.29	ใช้ได้
40	0.64	0.43	ใช้ได้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จึงเลือกข้อคำถามได้จำนวน 38 ข้อ แต่เลือกเพียง 30 ข้อ

ตารางภาคผนวก ค – 4 ค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

ข้อที่	P	q	pq
1	0.63	0.37	0.23
2	0.77	0.23	0.18
3	0.70	0.30	0.21
4	0.70	0.30	0.21
5	0.67	0.33	0.22
6	0.60	0.40	0.24
7	0.70	0.30	0.21
8	0.53	0.47	0.25
9	0.60	0.40	0.24
10	0.67	0.33	0.22
11	0.73	0.27	0.20
12	0.80	0.20	0.16
13	0.67	0.33	0.22
14	0.63	0.37	0.23
15	0.77	0.23	0.18
16	0.43	0.57	0.25
17	0.60	0.40	0.24
18	0.63	0.37	0.23
19	0.40	0.60	0.24
20	0.70	0.30	0.21
21	0.77	0.23	0.18
22	0.70	0.30	0.21
23	0.60	0.40	0.24
24	0.53	0.47	0.25
25	0.67	0.33	0.22

ตารางภาคผนวก ก – 4 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
26	0.73	0.27	0.20
27	0.57	0.43	0.25
28	0.60	0.40	0.24
29	0.60	0.40	0.24
30	0.63	0.37	0.23

การคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น แบบปรนัย โดยใช้วิธีคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson Method) จากตารางภาคผนวก ก – 4 จะได้ $k=30$, $\sum pq = 6.62$ และ $S_r^2 = 28.09$

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_r^2} \right] \\ &= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{6.62}{28.09} \right] \\ &= 0.79 \end{aligned}$$

เมื่อ

r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
 p_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อที่ i
 q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i
 S_r^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

ภาคผนวก ก – 5 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
1.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
1.3	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
2.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.5	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.6	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.7	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.8	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
2.9	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2.10	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3.4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3.5	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
3.6	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3.7	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4.1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4.2	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ภาคผนวก ก – 5 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4.3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4.4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4.5	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4.6	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4.7	1	1	1	3	1	ใช้ได้

คัดเลือกข้อคำถามจากแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ≥ 0.5 จึงเลือกข้อคำถามได้ทุกข้อ

ภาคผนวก ง

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. คะแนนแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคผนวก ง – 1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎี
คอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	E.I. รายบุคคล
1	12	25	0.72
2	9	22	0.62
3	10	22	0.60
4	6	17	0.46
5	7	19	0.52
6	12	26	0.78
7	8	25	0.77
8	11	25	0.74
9	7	22	0.65
10	6	21	0.63
11	10	26	0.80
12	11	24	0.68
13	7	24	0.74
14	7	15	0.35
15	12	21	0.50
16	11	27	0.84
17	11	21	0.53
18	8	22	0.64
19	8	18	0.45
20	7	20	0.57
21	11	24	0.68
22	8	22	0.64
23	7	17	0.43
24	4	21	0.65
25	11	21	0.53

ภาคผนวก ง – 1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	E.I. รายบุคคล
26	8	20	0.55
27	9	20	0.52
28	9	26	0.81
29	10	21	0.55
30	11	24	0.68
31	7	22	0.65
32	8	20	0.55
33	6	21	0.63
34	9	20	0.52
รวม	298	741	
คะแนนเฉลี่ย	8.76	21.79	

จากตาราง มีนักเรียนที่ได้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 60% หรือ 18 คะแนน จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 และนักเรียนที่ได้ค่าดัชนีประสิทธิผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า 0.5 มีจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 เช่นเดียวกัน

การศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบกลุ่ม แทนค่าในสูตร จะได้

$$E.I. \text{ กลุ่ม} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}$$

$$\begin{aligned} \text{จากตารางภาคผนวก ง – 1 จะได้ } E.I. &= \frac{741 - 298}{34 \times 30 - 298} \\ &= \frac{443}{1020 - 298} = \frac{443}{722} = 0.6136 \end{aligned}$$

การวิเคราะห์ที่เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง
กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP กับเกณฑ์ร้อยละ 60 หรือเท่ากับ 18 คะแนน โดยใช้สถิติ
ทดสอบ One Sample t – Test

การทดสอบสมมติฐานคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจะมีค่าสูงกว่า 18 คะแนนหรือไม่
สมมติฐานการทดสอบ

$$H_0 : \mu \leq 18$$

$$H_1 : \mu > 18$$

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
posttest	34	21.7941	2.83677	.48650

One-Sample Test

	Test Value = 18					
	t	df	Sig. (2-tailed)		95% Confidence Interval of the Difference	
	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper
posttest	7.799	33	.000		3.79412	4.7839

ภาคผนวก ง – 2 คะแนนแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎี
 คอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คนที่ / ชื่อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	5	4	5	4	5	5	4	5	3	4	4	5	5	5	4	3	4	5	4	3	3
2	5	5	5	5	5	3	4	4	4	3	5	5	5	5	3	3	4	4	3	4	3
3	4	3	4	5	4	5	3	5	5	4	5	4	3	5	4	4	4	5	4	4	3
4	5	3	5	3	4	5	5	5	4	4	4	5	3	3	5	3	4	4	3	4	3
5	3	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	3	3	3	3	4	3
6	4	4	5	5	5	5	3	5	3	4	5	4	3	3	5	4	4	4	4	3	3
7	5	5	3	3	3	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4	3	4	4	4	4	3
8	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	3	4	3	5	4	3	4	5
9	5	3	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	3
10	4	4	5	4	4	3	3	5	5	4	3	4	5	3	4	3	4	4	3	5	3
11	5	4	5	5	5	3	4	3	3	4	5	5	5	5	4	3	4	5	4	4	3
12	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	3	5	4	3	4	4	4	4	3	5	3
13	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	3	4	5	5	5	3	3	4	4	3	3
14	5	5	5	4	4	5	3	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3
15	4	3	4	5	5	4	3	5	5	5	5	3	5	5	4	3	5	4	5	3	3
16	5	4	5	5	4	5	2	5	5	4	3	5	4	4	5	2	4	4	4	4	4
17	4	3	5	5	5	3	4	4	3	4	4	3	5	5	4	4	4	4	3	4	4
18	4	4	4	3	5	5	3	5	5	3	5	5	4	4	4	3	4	5	4	4	5
19	5	4	5	5	3	4	3	4	4	4	4	3	4	5	5	4	5	4	5	4	3
20	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	3	4	2	4	4	4	4	3
21	3	3	4	4	4	5	5	5	5	3	3	3	4	5	4	3	4	5	4	5	3
22	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	3	3
23	5	3	5	5	5	4	3	4	5	5	3	5	4	5	4	5	3	3	4	4	4

ภาคผนวก ง-2 (ต่อ)

คนที่ / ชื่อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
24	5	3	5	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	2
25	4	5	3	5	5	5	4	3	4	4	4	4	5	5	3	5	5	4	4	4	5
26	5	4	5	5	5	4	2	5	5	4	5	4	4	5	4	3	4	4	5	3	4
27	4	5	5	4	4	5	3	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	2
28	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	3	3	4	3	4	4	3
29	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	5	3	4
30	4	3	5	5	5	4	3	4	5	5	4	5	4	4	5	3	4	3	4	4	3
31	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	2
32	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	3	3	4	4	4	4	4
33	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4	3	4	4	4	3
34	4	4	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	3	3	4	4	5	4	4