

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของ
โพลยา เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและ
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็นหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ
 - 1.1 วิสัยทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ
 - 1.2 โครงสร้างรายวิชากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคำอธิบายรายวิชา
 - 1.3 คุณภาพนักเรียน จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
 - 1.4 มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.1 แนวคิดการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.2 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.3 ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.4 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.5 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.6 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 3.3 กระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา
 - 3.4 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.6 การจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.7 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.8 การให้ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. แนวคิดในการนำโปรแกรม GSP มาใช้ในการเรียนการสอน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ

วิสัยทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ

จัดการศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์อย่างเพียงพอ สามารถนำความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อ โดยจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนตามความถนัดและความสนใจ

โครงสร้างรายวิชากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ค 33202 สาระเพิ่มเติม ชื่อวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สนใจเลือกเรียน ใช้เวลาเรียน คาบละ 55 นาที จำนวน 3 คาบ/สัปดาห์ 60 คาบ/ภาคเรียน คิดเป็น 1.5 หน่วยกิต โดยแบ่งเป็น 3 สาระย่อย ได้แก่ 1) ความรู้พื้นฐานที่ใช้ในกำหนดการเชิงเส้น 2) การหาค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดตามเงื่อนไขข้อสมการข้อจำกัด และ 3) การแก้ปัญหาที่กำหนดการเชิงเส้นโดยวิธีใช้กราฟ

คุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา
2. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้แกนกลาง: กราฟของสมการ อสมการ ฟังก์ชัน และการนำไปใช้

สาระที่ 6: ทักษะและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1: มีความสามารถในการแก้ปัญหา การใช้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น แสดงดังตาราง

ตาราง 1 แสดงการวิเคราะห์หลักสูตรและผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น

สาระหลัก	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้
สาระที่ 4 พีชคณิต	ความรู้พื้นฐานที่ใช้ในกำหนดการเชิงเส้น	แก้ปัญหาโดย
	1. กราฟของสมการเชิงเส้น	สร้างแบบจำลอง
	2. กราฟของระบบสมการเชิงเส้น	ทางคณิตศาสตร์
	3. กราฟของอสมการเชิงเส้น	และใช้วิธีการของ
	4. กราฟของระบบอสมการเชิงเส้น	กำหนดการ
	การหาค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดตามเงื่อนไข	เชิงเส้นที่ใช้กราฟ
	ของอสมการข้อจำกัด	ของสมการและ
	5. การหาค่าสูงสุดตามเงื่อนไขอสมการข้อจำกัด	อสมการที่มี
	6. การหาค่าต่ำสุดตามเงื่อนไขอสมการข้อจำกัด	สองตัวแปรได้
	การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นโดยวิธีใช้กราฟ	
	7. ปัญหากำหนดการเชิงเส้น	
	8. การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	
	9. การแก้โจทย์ปัญหาคำหนดการเชิงเส้นเกี่ยวกับค่าสูงสุด	
	10. การแก้โจทย์ปัญหาคำหนดการเชิงเส้นเกี่ยวกับค่าต่ำสุด	

ที่มา: เอกสารประกอบหลักสูตรโรงเรียนสตรีศรีเกศ พุทธศักราช 2553 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

เนื่องจากการเรียนเป็นกิจกรรมของนักเรียน การสอนเป็นกิจกรรมของครู กิจกรรมของครู และนักเรียนจะต้องเกิดคู่กัน (คณะอนุกรรมการการพัฒนากิจกรรมการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน คณิตศาสตร์, 2524, หน้า 249) ดังนั้น เพื่อให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถครอบคลุมกิจกรรมของครูและนักเรียน จึงใช้คำว่า “ชุดกิจกรรมการเรียนรู้” แทนคำว่า “ชุดการสอน” หรือ “ชุดการเรียนรู้” หรือ “ชุดการเรียนรู้การสอน”

1. แนวคิดการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523, หน้า 119-120 อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 435-436) ได้กล่าวถึงแนวคิดในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 แนวคิด ดังนี้

แนวคิดที่ 1 ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัดและความสนใจของนักเรียนเป็นสำคัญ เป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการ เรียนตามสติปัญญา ความสามารถและความสนใจ ครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม

แนวคิดที่ 2 ความพยายามที่จะเปลี่ยนการเรียนการสอนที่ยึด “ครู” เป็นหลักมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียน ได้เรียนรู้จากสื่อการเรียนการสอนซึ่งได้จัดให้ตรงกับเนื้อหาและ ประสบการณ์ตามหน่วยการสอน การเรียนด้วยวิธีนี้ ครูจะถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียนเพียงหนึ่งในสามของเนื้อหาทั้งหมด อีกสองส่วนนักเรียนจะศึกษาด้วยตนเองจากสิ่งที่ครูเตรียมไว้ในรูปของ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

แนวคิดที่ 3 การใช้สื่อทัศนูปกรณ์ในรูปของสื่อหลายอย่างมาบูรณาการให้เหมาะสม และใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับนักเรียน รวมถึงการใช้วัสดุ อุปกรณ์ และกระบวนการอันได้แก่ การสาธิต การทดลอง และกิจกรรมต่างๆ

แนวคิดที่ 4 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับ สภาพแวดล้อม การเรียนรู้มีการนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน

แนวคิดที่ 5 การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการเรียนรู้โดยนำหลักจิตวิทยามาใช้เป็น ระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมด้วยตนเอง นักเรียนได้ทราบ การตัดสินใจของตนเองว่าถูกหรือผิด ครูควรมีการเสริมแรงให้นักเรียนภาคภูมิใจ

จากการศึกษาแนวคิดในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้วิจัยมีแนวคิด ในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดในการเปลี่ยนการเรียนการสอนที่ยึดครูเป็นหลัก เป็นการ จัดประสบการณ์ให้กับนักเรียนได้เรียนรู้จากสื่อที่ครูจัดเตรียมไว้ในรูปของชุดกิจกรรม

การเรียนรู้ และแนวคิดด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน การใช้กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน

2. ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

สำหรับความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

คณะอนุกรรมการการพัฒนการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ (2524, หน้า 249) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่ครูนำมาใช้เป็นเครื่องมือและเครื่องมือในการสอนหรือนักเรียนให้เรียนด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ หรือทั้งนักเรียนและครูสอนใช้ร่วมกัน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จัดเป็นสื่อประสมเพราะเป็นชุดของกิจกรรมประสบการณ์การเรียนรู้ที่ต้องใช้สื่อหลายๆ อย่าง

รัตนะ บัวสนธิ์ (2552, หน้า 34) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะเป็นสื่อประสม (multimedia) ที่ประกอบด้วยสื่อตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปที่ใช้ร่วมกันที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วย สื่อดังกล่าวนี้จะจัดไว้เป็นชุดๆ บรรจุในซองหรือในกระเป๋า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นสื่อที่จัดทำขึ้นสำหรับให้ครูใช้ประกอบการสอน และให้นักเรียนใช้ประกอบการเรียน เป็นรายบุคคล สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2546, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นสื่อประเภทหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอนเท่านั้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงเป็นนวัตกรรมการใช้สื่อการสอนแบบประสมโดยอาศัยระบบบูรณาการสื่อหลายๆ อย่างเข้าด้วยกัน เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้ นั่นคือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้หนึ่งๆ จะมีระบบการใช้สื่อการสอนแบบประสมเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้จากเอกสารข้างต้น ในงานวิจัยนี้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง สื่อที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และมุ่งส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ประกอบด้วย คู่มือครู คู่มือนักเรียน แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์ประกอบการจัดกิจกรรม เช่น บัตรสถานการณ์ บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม แบบฝึกหัด โปรแกรม GSP เป็นต้น การวัดและประเมินผล

3. ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

คณะอนุกรรมการการพัฒนการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ (2524, หน้า 250-251) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู เป็นคู่มือและเครื่องมือสำหรับครูซึ่งพร้อมที่ให้ครูนำไปใช้สอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีพฤติกรรมตามที่คาดหวัง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้ครูจะยังคงเป็นผู้ทำกิจกรรม นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมภายใต้การดูแลของครู

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน เป็นชุดที่นักเรียนเรียนด้วยตนเอง ทำกิจกรรมทุกอย่างด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่แต่เพียงจัดและมอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนแล้วคอยรับรายงานผลการเรียนเป็นระยะๆ ให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหา และประเมินผล

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนใช้ร่วมกัน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้มีลักษณะผสมระหว่างแบบที่ 1 กับแบบที่ 2 ครูเป็นผู้คอยควบคุมดูแล กิจกรรมบางอย่างครูต้องเป็นผู้นำแสดงให้นักเรียนดู กิจกรรมบางอย่างนักเรียนแต่ละคนทำเองทั้งหมด บางกิจกรรมอาจทำเป็นกลุ่มบางกิจกรรมครูและนักเรียนต้องทำร่วมกัน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งเริ่มฝึกให้รู้จักการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้การดูแลควบคุมอย่างใกล้ชิดของครูผู้สอน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546, หน้า 52-53) แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบคำบรรยายของครู เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนกลุ่มใหญ่ หรือเป็นการสอนที่มุ่งเน้นการปูพื้นฐานให้ทุกคนรับรู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ช่วยลดเวลาในการอธิบายของผู้สอนให้พูดน้อยลง เพิ่มเวลาให้นักเรียนได้ปฏิบัติมากขึ้น โดยใช้สื่อที่มีอยู่พร้อมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ในการนำเสนอเนื้อหาต่างๆ

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มกิจกรรม หรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับให้นักเรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ประมาณกลุ่มละ 4-8 คน โดยใช้สื่อการสอนต่างๆ ที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนโดยให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินงานร่วมกัน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชนิดนี้มักใช้ในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคลหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเอกัตภาพ จุดประสงค์หลัก คือมุ่งให้ทำความเข้าใจกับเนื้อหาวิชาเพิ่มเติมนักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้

จากการศึกษาประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ของคณะอนุกรรมการการพัฒนากการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน

คณิตศาสตร์ละอรัทัย มูลคำ ซึ่งเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนใช้ร่วมกันซึ่งเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย

4. องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

บุญชม ศรีสะอาด (2537, หน้า 95) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ศึกษาและปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ อาจประกอบด้วยแผนการสอน สิ่งที่ต้องเตรียมก่อนสอน บทบาทของนักเรียนและการจัดชั้นเรียน

2. บัตรงาน เป็นบัตรที่มีคำสั่งว่าจะให้นักเรียนปฏิบัติอะไรบ้าง โดยระบุกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของการเรียน

3. แบบทดสอบวัดความก้าวหน้าของนักเรียนใช้สำหรับตรวจสอบว่าหลังจากเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้จบแล้วนักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่

4. สื่อการเรียนต่างๆ เป็นสื่อสำหรับนักเรียนได้ศึกษามีหลายชนิดประกอบกัน อาจเป็นประเภทสิ่งพิมพ์ เช่น บทความ เนื้อหาเฉพาะ จุลสาร บทเรียนโปรแกรม หรือประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภูมิต่างๆ ของจริง เป็นต้น

รัตนะ บัวสนธ์ (2552, หน้า 35) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

1. คู่มือครู (หรือนักเรียน) เป็นคู่มือที่จัดขึ้นเพื่อให้ครูหรือนักเรียน ในคู่มือนี้ประกอบไปด้วยคำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และบทบาทของครูหรือนักเรียนที่จะต้องปฏิบัติ

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ บัตรนี้จะใช้สำหรับนักเรียน เพื่อบอกให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้

3. เนื้อหาสาระและสื่อ เนื้อหาสาระต่างๆ จะบรรจุหรือจัดพิมพ์ไว้ในสื่อแต่ละชนิด

4. แบบวัดผลการเรียน แบบวัดผลการเรียนอาจมีหลายประเภท เช่น แบบทดสอบชนิดต่างๆ (อาทิ แบบเลือกตอบ จับคู่ เติมคำ) แบบฝึกหัด แบบสังเกตการณ์ปฏิบัติ และแบบรายงานตนเอง ทั้งนี้แบบวัดผลจะมีทั้งที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียน

จากการศึกษาองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในเอกสารข้างต้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย คู่มือครู คู่มือนักเรียน สื่อหรืออุปกรณ์การเรียนรู้ และแบบการวัดผลและประเมินผล

5. ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

คณะอนุกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ (2524, หน้า 253) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. เลือกหัวข้อ (topic) กำหนดขอบเขตและความลึกซึ้งของเนื้อหา ในการคิดหัวข้อหรือเนื้อหา ผู้สร้างอาจจะดูเนื้อหาจากหลักสูตรและแบบเรียนของกระทรวงศึกษาธิการ โดยดูตามชั้นของนักเรียน หรืออาจจะสร้างโดยยึดเนื้อหาเป็นหลัก โดยไม่ต้องคำนึงว่าจะใช้สำหรับชั้นใด แต่เป็นเนื้อหาที่ว่าด้วยเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะก็ได้

2. บอกพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นในการเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การที่จะให้นักเรียนได้ทราบว่าตนเองมีพื้นฐานความรู้หรือไม่ก็ต้องอาศัยการทดสอบซึ่งเรียกว่าการประเมินผลเบื้องต้น

3. เขียนจุดประสงค์ของการสอน ควรให้เขียนเป็นจุดประสงค์เฉพาะหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ผู้สอนและนักเรียนรู้ว่าจุดหมายปลายทางที่ประสงค์นั้นคืออะไร

4. สร้างแบบทดสอบ ประกอบไปด้วย แบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้เดิม แบบทดสอบย่อย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

5. คิดหากิจกรรมที่จะใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

6. รวบรวมและสร้างสื่อที่จะใช้ในกิจกรรมข้อที่ 5)

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 อ้างอิงใน บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2542, หน้า 97-99) ได้กำหนดขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจจะกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการ ตามที่เห็นเหมาะสม

2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอนโดยประมาณ เนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์ออกมาเป็น 4-6 หัวเรื่อง

4. กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการ จะต้องให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมนแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาที่สอนให้สอดคล้องกัน

5. กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์พฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกและผลิตสื่อการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่นักเรียนปฏิบัติ

7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบการประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้การสอบแบบอิงเกณฑ์ (การวัดผลที่ยึดเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ โดยไม่มีการนำไปเปรียบเทียบกับคนอื่น) เพื่อให้ผู้สอนทราบว่า หลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว นักเรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียกว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

9. หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นการประกันว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นการช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนให้ดีขึ้น

10. การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้วสามารถนำไปสอนนักเรียนได้ตามประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้และระดับการศึกษา

จากการศึกษาการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสรุปขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ดังนี้ เลือกเนื้อหาวิชาที่จะสอน ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ออกแบบการจัดการเรียนรู้ จัดทำหรือจัดหาสื่อการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและนักเรียน สร้างแบบวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ ปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและนำไปใช้ในการสอนจริง

6. การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 อ้างอิงใน สุนันทา สุนทรประเสริฐ, 2546, หน้า 53) ได้กล่าวถึงแนวคิดในการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่า หมายถึง การนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ เพื่อปรับปรุงแล้วก็นำไปทดลองสอนจริง นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขโดยการทดลองใช้ หมายถึง การนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ ไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การทดลองสอนจริง หมายถึง การนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ทดลองใช้และปรับปรุงแล้วทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริง ในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนรู้ที่แท้จริง

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (สุนันทา สุนทรประเสริฐ, 2546, หน้า 54) เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะพึงพอใจว่า หากชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (การแก้ปัญหา) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น

E_1 คือ ประสิทธิภาพของการแก้ปัญหา

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

E_1 คือ การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) หมายถึง การประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบไปด้วยพฤติกรรม เรียกว่า “การแก้ปัญหา” (PROCESS) ของนักเรียนสังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมายหรือกิจกรรมอื่นที่ผู้สอนกำหนดไว้

E_2 คือ การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) หมายถึง การประเมินผลลัพธ์ (PRODUCTS) ของนักเรียน โดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า นักเรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของนักเรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมดนั้นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของการแก้ปัญหา/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติศึกษาอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ (สุนันทา สุนทรประเสริฐ, 2546, หน้า 55-57)

เมื่อผลิตชุดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดสอบประสิทธิภาพตามขั้นตอน ต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 แบบเดี่ยว เป็นการทดลองกับนักเรียน 1 คน โดยทดลองกับเด็กอ่อนเสียก่อน จากนั้นก็ใช้เด็กปานกลางและเด็กเก่งตามลำดับ คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดียวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตก

เมื่อปรับปรุงชุดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วจะสูงขึ้นอีกมากในการทดสอบแบบกลุ่มต่อไป ในขั้นนี้จะมีประสิทธิภาพประมาณ 60/60

ขั้นที่ 2 แบบกลุ่ม เป็นการทดลองกับนักเรียน 6-10 คน (คละนักเรียนเก่งกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงข้อบกพร่องอีกครั้งหนึ่ง ในคราวนี้คะแนนของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 70/70

ขั้นที่ 3 ภาคสนาม เป็นการทดลองกับนักเรียนทั้งชั้นประมาณ 40-100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมากผู้ผลิตต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ โดยยึดสภาพความเป็นจริงเป็นเกณฑ์ สมมุติว่าตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 75/75 แต่ผลของการทดสอบประสิทธิภาพเป็น 83.5/85.4 ซึ่งจะห่างจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้มาก ก็อาจจะเลื่อนเกณฑ์ขึ้นมาเป็น 85/85 ได้

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของปัญหาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 7) ได้ให้ความหมายของปัญหา ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่เผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที ถ้าสถานการณ์นั้นง่ายเกินไปจนรู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที แล้วสถานการณ์นั้นก็ไม่ใช่วิธีการอีกต่อไป

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง สถานการณ์หรือปัญหาที่ต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที นักเรียนจะต้องใช้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกราฟของสมการเชิงเส้น กราฟของระบบสมการเชิงเส้น กราฟของอสมการเชิงเส้น

และกราฟของระบบอสมการเชิงเส้นที่มีสองตัวแปรมาวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นประยุกต์จากหนังสือเรียนคณิตศาสตร์หรือข้อสอบแข่งขันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้นคือกระบวนการในการใช้ความรู้ แนวคิด หลักการ วิธีการเกี่ยวกับกราฟของอสมการเชิงเส้น กราฟของระบบอสมการเชิงเส้นในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกำหนดการเชิงเส้น

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นได้อย่างไรนั้น มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านให้ทัศนะไว้พอสรุปได้ ดังนี้

จอร์จ โพลยา (Polya, 1957 อ้างอิงใน นพพร แหยมแสง, 2546, หน้า 95) กล่าวไว้ว่าในการสอนคณิตศาสตร์ ถ้าครูสอนเพียงให้นักเรียนได้ฝึกฝนไปตามปกติแล้ว ครูกำลังทำลายความสนใจ ขัดขวางการพัฒนาความฉลาด และทำให้นักเรียนสูญเสียโอกาสที่จะพัฒนาความสามารถได้อย่างเต็มตามศักยภาพ แต่ถ้าครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ท้าทายความอยากรู้อยากเห็นโดยใช้ปัญหาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ และช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้โดยใช้คำถามกระตุ้น นักเรียนก็จะมีแนวคิดได้อย่างอิสระ

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 77) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และต้องใช้ในการคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง คิดเชิงตรรกะเพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่มาใช้แปลความ ตีความ หรือวิเคราะห์ เพื่อให้มีความเข้าใจในปัญหา รวมถึงการเลือกใช้เทคนิคหรือกลวิธีที่จะช่วยทำให้ปัญหามีความชัดเจนขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางในการหาคำตอบ

2. ความรู้พื้นฐาน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนมีอยู่ เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียนคิดและหาวิธีแก้ปัญหา นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานดี จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายและมีประสิทธิภาพ

3. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา มักสามารถระลึกถึงขั้นตอนและวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงกลวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย ทำให้สามารถตัดสินใจเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพได้อย่างรวดเร็ว

4. เจตคติต่อการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหา จะมีความพยายามและความอดทนในการแก้ปัญหา ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหานั้น ไม่ว่าจะได้อะไรหรือไม่ นักเรียนจะได้เรียนรู้และพัฒนาประสบการณ์จากการคิดและการทำงานเพื่อแก้ปัญหา

อัมพร ม้าคะนอง (2553, หน้า 39-40) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ รวมถึงความสามารถ ต่อไปนี้

1. ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา
2. ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้ว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุสมผลและความถูกต้องของคำตอบที่ได้
3. พิสูจน์และประเมินผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาเดิม
4. พัฒนาและใช้วิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
5. ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา โดยใช้แนวคิดและกลวิธีแก้ปัญหา
6. บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน
7. สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวันทั้งในและนอกห้องเรียนและตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น
8. ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง
9. มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้ 1) การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนกราฟของสมการเชิงเส้น กราฟของระบบสมการเชิงเส้น กราฟของอสมการเชิงเส้น และกราฟของระบบอสมการเชิงเส้นไม่เกินสองตัวแปร การใช้ความรู้พื้นฐานดังกล่าวในการหาคำตอบของปัญหากำหนดการเชิงเส้น ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นตอนที่ 1 แบบปรนัย และ หรือ 2) การใช้กระบวนการในการหาคำตอบของปัญหากำหนดการเชิงเส้น โดยการเขียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

การกำหนดตัวแปรจากสิ่งที่โจทย์กำหนดการเขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรจากสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบให้อยู่ในรูปของสมการและอสมการเชิงเส้น เขียนแสดงวิธีในการดำเนินการแก้ปัญหาโดยการเขียนกราฟของสมการ กราฟของอสมการ การหาพิกัดของจุดมุมของอาณาบริเวณที่หาคำตอบได้ของระบบสมการเชิงเส้น และเขียนแสดงการเปรียบเทียบการหาค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดตามเงื่อนไขของสมการข้อจำกัดจากสิ่งที่โจทย์กำหนด จากนั้นแสดงการสรุปคำตอบที่ได้ให้สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นตอนที่ 2 แบบอัตนัย

3. กระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

กระบวนการแก้ปัญหาที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายคือกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 8-10) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา ในขั้นตอนนี้นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไขในการทำควมเข้าใจปัญหา นักเรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปซ้ำมา พิจารณาในหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่างๆ ช่วยในการทำควมเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสภาวะของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองก็ได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาเพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และท้ายสุดเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบคำตอบ ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียน

ที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

จากกระบวนการแก้ปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เป็นกระบวนการในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา หมายถึง วิธีการในการดำเนินการเพื่อหาคำตอบของปัญหาคำหนดการเชิงเส้น มีทั้งสิ้น 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร และกำหนดสิ่งใดมาให้ รวมถึงกำหนดตัวแปรที่ไม่ทราบค่า และตัวแปรที่เป็นเงื่อนไข 2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่กำหนดให้ หรือสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เลือกวิธีการในการแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการตามแผน ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ โดยใช้กราฟของสมการเชิงเส้น กราฟของระบบสมการเชิงเส้น กราฟของอสมการเชิงเส้นและกราฟของระบบอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการหาคำตอบ 4) ขั้นตรวจสอบคำตอบ โดยเขียนหรือแสดงการสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะอยู่ในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 49-67) ได้เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. การหาแบบรูป โดยการนำผลลัพธ์ที่ได้มาหาความสัมพันธ์กัน
2. การเขียนแผนผังหรือภาพประกอบ โดยการวาดรูปหรือแผนผังจัดไว้เป็นหมวดหมู่ เพื่อให้เห็นถึงความสัมพันธ์
3. การสร้างแบบรูปโดยดูจากส่วนประกอบของโจทย์และความสัมพันธ์ที่น่าจะเป็นไปได้
4. การสร้างตารางหรือกราฟเป็นการนำเสนอในรูปแบบของตารางค่าที่น่าจะเป็นไปได้
5. การคาดเดาและตรวจสอบ วิธีนี้ต้องใช้ประสบการณ์ของนักเรียนเพื่อนำมาช่วยในการหาคำตอบจากสามัญสำนึก ผู้ที่มีประสบการณ์มากจะสามารถเดาคำตอบได้เร็ว
6. การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ในโจทย์ปัญหาทั้งหมดที่โจทย์กำหนด โดยมักนำตารางเข้ามาช่วยในการแจกแจง
7. การเขียนเป็นประโยคคณิตศาสตร์ เป็นวิธีการหนึ่งที่นักเรียนจะต้องหาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการออกมาอยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ โดยกำหนดตัวที่ไม่ทราบค่าเป็นตัวแปร
8. การมองปัญหาย้อนกลับ โดยปกตินักเรียนจะทำการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ แต่วิธีนี้จะเป็นการนำคำตอบสุดท้ายมาเป็นข้อความเริ่มต้น

9. การระบุข้อมูลที่ต้องการและข้อมูลที่กำหนดให้

10. การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ

5. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จอร์จ โพลยา (Polya, 1980 อ้างอิงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544, หน้า 33-34)

ได้กล่าวถึง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้น ของโพลยา มีแนวทาง ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนให้อ่านข้อความ อ่านปัญหา แล้วทำความเข้าใจ โดยเริ่มจากตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ ต่อไปให้นักเรียนฝึกความเข้าใจเอง โดยการใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ การสร้างแบบจำลอง การปรับเปลี่ยนขนาดของปริมาณต่างๆ ของตัวปัญหา การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา ในการทำกิจกรรมต่างๆ ฝึกให้นักเรียนคิดวางแผนก่อนลงมือทำเสมอ เช่น ในการทำแบบฝึกหัด ควรฝึกให้นักเรียนเขียนแผนภาพการคิดอย่างคร่าวๆ ก่อนที่จะลงมือทำอย่างละเอียดชัดเจน ครูต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรงแต่ควรใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้คิดด้วยตนเอง นอกจากนี้ควรจัดปัญหาที่แปลกใหม่มาให้นักเรียนคิดอยู่เสมอ

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน การวางแผนเป็นการจัดลำดับแนวความคิดหลักในการแก้ปัญหา เมื่อจะลงมือทำตามแผน นักเรียนต้องตีความขยายความนำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจนตามลำดับขั้นตอน ซึ่งครูฝึกฝนนักเรียนได้จากการทำแบบฝึกหัด โดยฝึกให้นักเรียนวางแผนจัดลำดับความคิดก่อน แล้วจึงค่อยลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบตามลำดับความคิดนั้นนอกจากนี้ควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบความถูกต้องความเป็นไปได้ของแผนที่วางไว้ ก่อนที่จะลงมือทำตามแผน

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ การตรวจสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครอบคลุม 2 ประเด็น คือ การมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนการแก้ปัญหาเมื่อพิจารณาความถูกต้องของกระบวนการและผลลัพธ์ ปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสมยิ่งขึ้นประเด็นหนึ่ง คือ การมองไปข้างหน้าเป็นการใช้ประโยชน์จากกระบวนการแก้ปัญหาที่เพิ่งสุดท้าย การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีแนวทางดังนี้ 1) กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ให้เคยชิน 2) ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ 3) ฝึกการตีความหมายของคำตอบ 4) สนับสนุนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีการหาคำตอบมากกว่า 1 วิธี และ 5) ให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปัญหาที่เรียน

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ประยุกต์แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย มีบัตรงานหรือบัตรกิจกรรมที่เป็นปัญหาและให้นักเรียน ใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาช่วยในการแก้ปัญหานั้นๆ

6. การจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 153-158) ได้กล่าวถึง แนวทางในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนผ่านการแก้ปัญหาควรคำนึงถึง มีดังนี้ 1) ใช้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงาน ร่วมกันเป็นทีมหรือกลุ่ม ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้สื่อสารและนำเสนอ ยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหของตน ได้อภิปรายยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการ แก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ได้เรียนรู้และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และในการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มย่อยนี้ครูต้องเลือกขนาดของกลุ่ม และจัดนักเรียนเข้ากลุ่มให้แต่ละ กลุ่มมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อนอยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยในขณะที่ นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันอยู่ ครูควรมีบทบาทในการตรวจตราสอดส่องการทำงานและ พฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคน คอยสอดแทรกหรือขัดจังหวะกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม โดยใช้คำถามกระตุ้นเมื่อกลุ่มแก้ปัญหาไม่ได้หรือไม่ตรงประเด็น และให้คำปรึกษาเท่าที่จำเป็น 2) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3) เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนออย่างอิสระ 4) ยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนไม่ว่าจะ ถูกหรือผิด 5) สนับสนุนให้นักเรียนเริ่มต้นคิดหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อน โดยไม่ควรใช้คำถาม นำมากเกินไป 6) สนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการ แก้ปัญหา โดยขณะดำเนินกิจกรรม ครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน เลือกใช้ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการ ดำเนินกิจกรรม 7) สนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งวิธี 8) สนับสนุนให้นักเรียน สำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง 9) สนับสนุนให้นักเรียนใช้ช่องทางการสื่อสารได้มากกว่าหนึ่งช่องทาง ในการนำเสนอยุทธวิธีและ กระบวนการแก้ปัญหา 10) สนับสนุนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และ ในบริบทอื่นๆ 11) สนับสนุนให้นักเรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดยอาศัยแนวคิด ยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาจากปัญหาเดิม 12) สนับสนุนให้นักเรียนรับรู้กระบวนการคิดของ ตนเอง และ 13) เปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2540, หน้า 68) กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนจะต้องเตรียมตัวปัญหาให้เพียงพอกับการจัดกิจกรรมโดยนำมาจากแหล่งต่างๆ เช่น หนังสือ วารสาร ของเล่น และเกม ผู้สอนคิดและผลิตขึ้นเอง ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีเหมาะสมกับการนำมาให้นักเรียนคิดหาคำตอบควรมีลักษณะ ดังนี้ 1) ทำทลายความสามารถของนักเรียน 2) สถานการณ์เหมาะสมกับวัยของนักเรียน 3) แปลกใหม่สำหรับนักเรียน 4) มีวิธีการหาคำตอบมากกว่า 1 วิธี และ 5) ใช้ภาษากระชับ รัดกุม ถูกต้อง ทั้งนี้ การจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนต้องปรับบทบาทของตนเองให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถไม่ด้นัก บทบาทของผู้สอนจะมีมากในการนำเสนอตัวอย่าง เสนอแนวคิด สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถสูงขึ้นบทบาทของผู้สอนจะเปลี่ยนไปเป็นผู้ชี้แนะเป็นที่ปรึกษาให้ความช่วยเหลือ ดูแลอำนวยความสะดวกให้นักเรียน

จากการศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิด ในระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย อีกทั้งให้นักเรียนได้สร้างโจทย์ปัญหาด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังมีการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนเพื่อสรุปองค์ความรู้ที่ได้

7. การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 174) การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ประเมินได้หลากหลายตามองค์ประกอบของความสามารถ แบบประเมินที่จะใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาควรมีลักษณะเปิดหรือเป็นปัญหาแบบเปิด โดยอาจเปิดที่คำตอบให้มีคำตอบได้หลากหลายคำตอบ หรือเปิดที่กระบวนการ คือ มีวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้เต็มศักยภาพ แบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบหนึ่งที่ยืมใช้กัน คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ให้นักเรียนแสดงวิธีการทำงาน 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของโพลยา เพื่อที่จะประเมินความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545, หน้า 209) ได้กล่าวถึงการประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญเท่าเทียมกับการวัดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา ผู้สอนต้องออกแบบงานหรือกิจกรรมซึ่งส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อาจใช้วิธีการ

สังเกต สัมภาษณ์ หรือตรวจสอบคุณภาพผลงานเพื่อประเมินความสามารถของนักเรียน งานหรือกิจกรรมการเรียนรู้บางกิจกรรมอาจครอบคลุมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลายด้าน งานหรือกิจกรรมจึงควรมีลักษณะ ต่อไปนี้ 1) สาระในงานหรือกิจกรรมอาศัยการเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่อง 2) ทางเลือกในการดำเนินงานหรือแก้ปัญหาได้หลายวิธี 3) เงื่อนไขหรือสถานการณ์ปัญหามีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด ที่ให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกันมีโอกาสแสดงกระบวนการคิดตามความสามารถของตน 4) งานหรือกิจกรรมต้องเอื้อให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอในรูปการพูด การเขียน การวาดรูป เป็นต้น 5) งานหรือกิจกรรมที่ใกล้เคียงสภาพจริงหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงเพื่อให้นักเรียนตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 127-130) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควมมีรายการประเมินที่แสดงถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหา และจะต้องกำหนดเกณฑ์ของการให้คะแนนที่มีรายละเอียดเพียงพอที่จะใช้ประเมินผลนักเรียน ซึ่งเกณฑ์ในการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาได้จาก 4 ประเด็น คือ 1) ความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา 3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบองค์รวมที่พิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนในภาพรวม โดยกำหนดระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ และในการประเมินผลการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละครั้งผู้ประเมินอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของการแก้ปัญหาแตกต่างกันได้ตามความสำคัญของปัญหา และจะต้องนำผลคะแนนที่ได้แต่ละครั้งมาพิจารณาเพื่อสรุปผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยอาจใช้ค่าร้อยละของคะแนนรวมที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ใช้สรุปผลการประเมิน แต่ในกรณีที่ผู้ประเมินต้องการตรวจสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละประเด็นย่อยตามกระบวนการแก้ปัญหา อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบเกณฑ์ย่อยที่มีการกำหนดคุณภาพของแต่ละประเด็นย่อยเป็น 3 ระดับ เมื่อได้ผลการประเมินการแก้ปัญหาคบทุกครั้งแล้ว ต้องรวมคะแนนที่ได้ในแต่ละครั้ง มาพิจารณาเพื่อสรุปผลการประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยอาจใช้ค่าร้อยละของคะแนนรวมมาใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ลักษณะ คือ

1) ด้านความรู้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ตอนที่ 1 แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และ 2) วัดกระบวนการในการแก้ปัญหาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ตอนที่ 2 แบบอัตนัย และกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจให้คะแนนข้อสอบแบบอัตนัย เป็นแบบวิเคราะห์ โดยประยุกต์เกณฑ์การให้คะแนนตามแบบการประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

8. การให้ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยตัดสินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยประยุกต์จากการตัดสินเพื่อให้ระดับผลการเรียนในระดับมัธยมศึกษา การตัดสินผลการเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานใช้ระบบผ่านและไม่ผ่าน ซึ่งกำหนดเกณฑ์การตัดสินผ่านแต่ละวิชาที่ร้อยละ 50 สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ใช้ตัวเลขแสดงระดับผลการเรียนเป็น 8 ระดับ และแปลความหมายของแต่ละระดับดังแสดงในตาราง (สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 18) ดังนี้

ตาราง 2 แสดงเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนระดับมัธยมศึกษา

ระบบตัวเลข	ความหมาย	ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ
4	ดีเยี่ยม	80 - 100
3.5	ดีมาก	75 - 79
3	ดี	70 - 74
2.5	ค่อนข้างดี	65 - 69
2	ปานกลาง	60 - 64
1.5	พอใช้	55 - 59
1	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	50 - 54
0	ต่ำกว่าเกณฑ์	0 - 49

แนวคิดในการนำโปรแกรม GSP มาใช้ในการเรียนการสอน

โครงการส่งเสริมการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา (ม.ป.ป.) กล่าวว่า โปรแกรม GSP เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพโปรแกรมหนึ่ง สามารถนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายวิชา เช่น วิชาเรขาคณิต พีชคณิต ตรรกศาสตร์ และแคลคูลัส และเป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเป็นการเรียนโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โปรแกรม GSP เป็นสื่อที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะของการนิยาม ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา

นงนุช อินทรโคกสูง (2552, หน้า 42) กล่าวว่า การนำโปรแกรม GSP มาใช้ในการเรียนการสอน เรื่อง การเขียนกราฟของสมการเชิงเส้น กราฟของระบบสมการเชิงเส้น กราฟของอสมการเชิงเส้น และกราฟของระบบอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรจะทำให้นักเรียนเห็นลักษณะที่สำคัญของกราฟได้อย่างชัดเจน อีกทั้งส่งผลให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนและไม่รู้สึกเบื่อหน่ายในบทเรียน

จากการศึกษาแนวคิดในการนำโปรแกรม GSP มาใช้ในการเรียนการสอน ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม GSP เป็นสื่อการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานที่ใช้ในกำหนดการเชิงเส้น ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการเขียนกราฟหรือพีชคณิตนั่นเอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

พูนทรัพย์ โนราช (2555) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 ของโรงเรียนอุดรดิตถ์ จำนวน 45 คน ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนอุดรดิตถ์ จำนวน 1 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 3) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้น 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ผลการวิจัย พบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น มีความเหมาะสมในระดับมาก และมีประสิทธิภาพ 85.44/86.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 2) ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเรื่องระบบสมการเชิงเส้น สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น มีความเหมาะสมในระดับมาก

ดารารัตน์ รื่นรส (2554) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อสร้างและตรวจสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองกลับวิทยาคม จังหวัดสุโขทัย โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัย พบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.13/79.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

รัศมี ธัญน้อม (2554) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดค่ากลางของข้อมูล โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพิชัย โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนพิชัย จังหวัดอุดรธานี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดค่ากลางของข้อมูล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 ชุดย่อย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดค่ากลางของข้อมูล และ

แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า 1) ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ 89.57/84.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดค่ากลางของข้อมูล โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับมาก

นงนุช อินทรโคกสูง (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพระบางวิทยา จังหวัดนครสวรรค์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) หาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพระบางวิทยา จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่องกำหนดการเชิงเส้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ดัชนีประสิทธิผล ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี มีค่าเท่ากับ 0.70 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้ศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะเป็นชุดกิจกรรมการแก้ปัญหา แบ่งเป็น 15 กิจกรรม แต่ละกิจกรรมประกอบด้วย แผนการสอน และเอกสารเสริมสำหรับครู ในกิจกรรมได้นำเสนอด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปลายเปิด และสามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยใช้กระบวนการปัญหาของโพลยา

สี่ขั้นตอน และการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างคำถามกระตุ้นให้นักเรียน
 แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เพิ่มเติมด้วยการขยายปัญหา และการบันทึกการแก้ปัญหา ผสมกับการ
 ทบทวนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนนำมาใช้ และสอดแทรกการแนะนำยุทธวิธี
 แก้ปัญหา ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นบทบาทของนักเรียนในการลงมือปฏิบัติโดยการ
 อภิปรายและกำหนดแนวทางแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียน
 การสอนโดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผลการประเมิน
 ความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการ
 แก้ปัญหาก่อนเรียนค่อนข้างต่ำ ในระหว่างเรียนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนค่อยๆ
 พัฒนาขึ้นจากการแก้ปัญหที่ต้องใช้การถามกระตุ้นแนะแนวทางในการแก้ปัญหาลงละเอียด
 ไปเป็นการแก้ปัญหที่ใช้การถามกระตุ้นให้คิดน้อยลง ในระยะสุดท้ายในกลุ่มทดลองสามารถ
 ในการแก้ปัญหที่ใช้การถามกระตุ้นให้คิดน้อยลง ในระยะสุดท้ายนักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มทดลอง
 สามารถวางแผนกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหเองได้อย่างอิสระ ในการทำแบบทดสอบวัด
 ความสามารถในการแก้ปัญหาล้างเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มทดลองสามารถแก้ปัญห
 ที่มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์มาก่อน ได้ดีกว่าปัญหาที่แปลกใหม่
 ไม่คุ้นเคย 2) ผลการประเมินพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา พบว่า พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาก่อน
 เรียนในทุกด้าน ได้แก่ การสำรวจศึกษา การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
 ที่นำมาใช้ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และการสื่อความคิดแก้ปัญหานักเรียนทุกคนในกลุ่ม
 ทดลองอยู่ในระดับ “ต้องแก้ไข” พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาระหว่างเรียนในทุกด้านของนักเรียน
 ส่วนใหญ่พัฒนาขึ้นได้อยู่ในระดับ “ดี” และ “ดีมาก” และในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถ
 ในการแก้ปัญหาล้างเรียน พบว่า พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหในทุกด้านของนักเรียนอยู่ในระดับ “ดี”
 3) ผลการประเมินเจตคติหลังเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีเจตคติที่ดี
 ต่อวิชาคณิตศาสตร์ 4) ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ค 101
 คณิตศาสตร์ 1 ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง กับเกณฑ์ปกติของโรงเรียน โดยการทดสอบค่า Z พบว่า
 นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ 1 ซึ่งเป็น
 รายวิชาบังคับแกน สูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ปกติของโรงเรียน ดังนั้น
 กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด จึงน่าจะนำไปใช้ได้กับ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อให้บรรลุผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญห
 ตามเป้าหมายที่กำหนด

2. งานวิจัยต่างประเทศ

โฮลตัน และคณะ (Holton, et al., 1999, pp.351-371 อ้างอิงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544, หน้า 46) รายงานผลจากการศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งเป็นโครงการวิจัยที่ทำงานกับครูโดยใช้ตัวแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติในการพัฒนาบทเรียนการแก้ปัญหา เป้าหมายของโครงการคือเพื่อแนะนำการแก้ปัญหากับนักเรียนผ่านบทเรียนเป็นบทๆ ที่เน้นการแก้ปัญหาเพียงอย่างเดียว และเชื่อมโยงกับรายวิชาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนอย่างตรงไปตรงมา ในบทเรียนเหล่านี้ คาดหวังว่านักเรียนจะเรียนถึงสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหผ่านการแนะแนวที่เหมาะสม เป้าหมายของโครงการประการที่สอง เพื่อใช้การเข้าสู่การแก้ปัญหในการสอนสาระต่างๆ ของคณิตศาสตร์ตามหลักสูตร ผลการตอบสนองของนักเรียนพบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนการแก้ปัญหาลดส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน

อแนคพัว เบลสซิง ซี และโอโกลิ โอเกามาคา (Anakpua, Blessing C. and Okoli Ogoamaka B., 2012) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาต่อแรงจูงใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรื่องการแก้ปัญหสมการกำลังสอง วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแก้ปัญหสมการกำลังสองระหว่างการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยากับการสอนปกติ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแก้สมการกำลังสองของนักเรียนชายระหว่างการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยากับการสอนปกติ และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการแก้สมการกำลังสองของนักเรียนหญิงระหว่างการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยากับการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนเกรด 9 จำนวน 92 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงจาก 2 โรงเรียนที่เป็นโรงเรียนชายล้วนและโรงเรียนหญิงล้วน ซึ่งตั้งอยู่ทางตอนเหนือของเมืองอนิสชา รัฐอนัมบรา ประเทศไนจีเรีย แบ่งเป็นนักเรียนชาย จำนวน 40 คน ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา จำนวน 22 คน และเรียนโดยวิธีปกติ จำนวน 18 คน และนักเรียนหญิง จำนวน 52 คน ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา จำนวน 26 คน และเรียนโดยวิธีปกติ จำนวน 26 คน เป็นการศึกษาวิจัยกึ่งทดลอง ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยากับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาสูงขึ้นอย่างมากและเพศไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมการกำลังสองของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและที่เรียนโดยวิธีปกติ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่พัฒนามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ดังเช่น ผลงานวิจัยของ พูนทรัพย์ โนราช (2555) ดารารัตน์ รื่นรส (2554) และรัศมี ธีญ์น้อม (2554) 2) ผลของการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ดังเช่น ผลงานวิจัยของ พูนทรัพย์ โนราช (2555) และ ดารารัตน์ รื่นรส (2554) และส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังเช่น ผลงานวิจัยของ รัศมี ธีญ์น้อม (2554) ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) และอแนคพั่ว เบลลซิ่ง ซี และโอโคลิ โอเกา มาคา (2012) 3) ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากขึ้นไป ดังเช่น ผลงานวิจัยของ พูนทรัพย์ โนราช (2555) ดารารัตน์ รื่นรส (2554) รัศมี ธีญ์น้อม (2554) และนนุช อินทรโคกสูง (2552)