

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนการสอนเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมจีโออร์เมเตอร์สเก็ตแพ็ค เป็นสื่อการสอน เรื่อง ประสิทธิภาพของการเรียนการสอนเรขาคณิตวิเคราะห์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อการสอนโปรแกรมจีโออร์เมเตอร์สเก็ตแพ็ค ผู้วิจัยรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่กำหนด ดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อวัดด้วยพัฒนาการของผู้เรียน

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 3 พฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ขั้นสูงจากผลงานการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนกลุ่มทดลองแสดงออกจากผลการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโออร์เมเตอร์สเก็ตแพ็ค

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบความจำเป็นต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์

ตอนที่ 5 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมจีโออร์เมเตอร์สเก็ตแพ็ค

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจะใช้สัญลักษณ์ ดังต่อไปนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าคะแนนที
χ^2	แทน	ค่าไคสแคว์
p	แทน	ค่า P-value

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อวัดด้วยพัฒนาการของผู้เรียน

การศึกษาพัฒนาการของผู้เรียนภายหลังการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ชั้นสุดลง โดยใช้คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนลบด้วยคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนของผู้เรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อวัดด้วยพัฒนาการของผู้เรียน

นักเรียน	n	$\bar{X}$	SD	t	p
กลุ่มทดลอง	18	30.67	9.65	6.70	0.00**
กลุ่มควบคุม	17	10.82	7.80		

** $p \leq .01$

จากตารางที่ 4.1 ได้ค่าสถิติ t เท่ากับ 6.70 ค่า p เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อวัดด้วยพัฒนาการของผู้เรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นคือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อวัดจากพัฒนาการของผู้เรียนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าการเรียนการสอนเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมจีโอเรทเมตริกส์เกิดผลดีทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีกว่าการสอนโดยวิธีปกติ

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง
เรขาคณิตวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนภายหลังการสอนวิชา
คณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้แบบทดสอบซึ่งมีทั้งข้อสอบปรนัยและอัตนัย ครอบคลุม
ความรู้ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ ได้ผลดังนี้

นักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ตแพ็คเป็นสื่อการ
สอนสามารถเรียนได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ซึ่งเรียนโดยวิธีปกติ นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถ
ข้อสอบได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมทุกข้อดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์รายข้อตามพฤติกรรม
เรียนรู้คณิตศาสตร์

พฤติกรรม	ข้อ	เปอร์เซ็นต์ที่ตอบถูก (Percent Correct)	
		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ด้านความรู้ความจำในการคิดคำนวณ	1	56	41
	24	72	29
	31	56	47
	32	61	35
	34	56	35
	35	33	41
2. ด้านความเข้าใจ	2	50	53
	3	78	24
	4	72	12
	12	78	35
	15	67	35
	17	72	29
	18	67	35

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

พฤติกรรม	ข้อ	เปอร์เซ็นต์ที่ตอบถูก (Percent Correct)	
		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	19	72	41
	21	72	35
	23	61	24
	25	61	41
	33	61	47
3. ด้านการนำไปใช้	1	61	41
	5	61	41
	6	47	18
	7	61	41
	8	61	24
	9	56	41
	10	67	12
	13	56	29
	14	72	41
	16	72	35
	20	61	18
	22	61	29
	26	56	35
	27	67	41
	28	67	47
4. ด้านการวิเคราะห์	29	67	56
	30	56	53
5. ด้านการวิเคราะห์ (อัตนัย)	1	50	0
	2	50	0

จากตารางที่ 4.2 พบว่าเมื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน รายชื่อ กลุ่มทดลองซึ่งใช้โปรแกรมจีโอเรตเมตริกส์เกิดแพ็คในการสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมซึ่งสอนโดยวิธีปกติโดยพิจารณาจากร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกปรากฏว่าส่วนใหญ่ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียน โดยใช้โปรแกรมจีโอเรตเมตริกส์เกิดแพ็คได้เปอร์เซ็นต์ที่ตอบถูกสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ในด้านการวิเคราะห์ (อัตรา) เนื่องจากเป็นโจทย์อัตราจึงไม่สามารถเฉลี่ยจำนวนข้อที่ถูกต้องได้ ชัดเจน เพราะนักเรียนบางส่วนทำได้ไม่บ่อยสมบูรณ์ แต่โดยรวมแล้วนักเรียนกลุ่มทดลองสามารถทำพร้อมทั้งแสดงวิธีคิดได้หลากหลายวิธีมากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งนักเรียนกลุ่มควบคุมสามารถคิดได้เพียงวิธีเดียว

เมื่อทำการการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการสอนแตกต่างกัน คือ กลุ่มทดลองใช้โปรแกรมจีโอเรตเมตริกส์เกิดแพ็ค เป็นสื่อการสอน และกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนปกติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน จากการทดสอบที่ภายหลังการเรียนการสอน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งจำแนกเป็นรายด้าน

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t-test	p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
1. ด้านความรู้ ความจำ การคิดคำนวณ	3.33	2.43	2.29	1.93	1.40	0.17
2. ด้านความเข้าใจ	8.11	4.30	4.11	2.91	3.23	0.00**
3. ด้านการนำไปใช้	9.22	5.23	4.94	4.01	2.71	0.01**
4. ด้านการวิเคราะห์	1.22	0.88	1.00	0.94	0.73	0.47
รวม	21.89	12.41	12.35	8.45	2.67	0.01

** $p \leq .01$

จากตารางที่ 4.3 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็คในการสอนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ซึ่งสอนโดยวิธีปกติในภาพรวมโดยมีค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเท่ากับ 21.98 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.35 ค่า t-test เท่ากับ 2.67 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมื่อจำแนกแต่ละด้าน พบว่า ด้านความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.11 และ 9.22 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 และ 4.94 ค่า t-test เท่ากับ 3.23 และ 2.71 ตามลำดับ

ทั้งนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ความจำ การคิดคำนวณ และด้านการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมนั้น กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมในช่วงที่ใกล้เคียงกันจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์รายหน่วยการสอน ซึ่งทำการทดสอบภายหลังการเรียนการสอนแต่ละหน่วยสิ้นสุดลงเป็นคะแนนเก็บสะสม พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็ค เป็นสื่อการสอนสามารถทำคะแนน ได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธี การสอนปกติทุกหน่วยการสอน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์รายหน่วยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

หน่วยการสอน	กลุ่ม	N	$\bar{X}$	SD	t-test	p
1. ระยะทางระหว่างจุด 2 จุด ใดๆ	ทดลอง	18	3.72	0.96	3.94	0.00**
	ควบคุม	17	2.65	0.61		
2. จุดกึ่งกลางระหว่างจุด 2 จุด ใดๆ	ทดลอง	18	3.11	1.13	0.33	0.75
	ควบคุม	17	3.00	0.87		
3. ความชันของเส้นตรง	ทดลอง	18	4.06	1.21	2.95	0.01**
	ควบคุม	17	3.00	0.87		
4. เส้นขนาน	ทดลอง	18	3.39	0.78	2.65	0.01**
	ควบคุม	17	2.59	1.00		

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
คณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	n	$\bar{X}$	SD	t-test	p
กลุ่มทดลอง	18	34.72	10.52	5.80	0.00**
กลุ่มควบคุม	17	15.94	8.46		

** $p \leq .01$

จากตารางที่ 4.5 ค่าสถิติ t เท่ากับ 5.80 ค่า p เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมจีโอเรตริกส์เกิดเห็นเป็นสื่อการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตอนที่ 3 พฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ขั้นสูงจากผลงานการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนกลุ่มทดลองแสดงออกจากผลการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอเรตริกส์เกิดเห็น

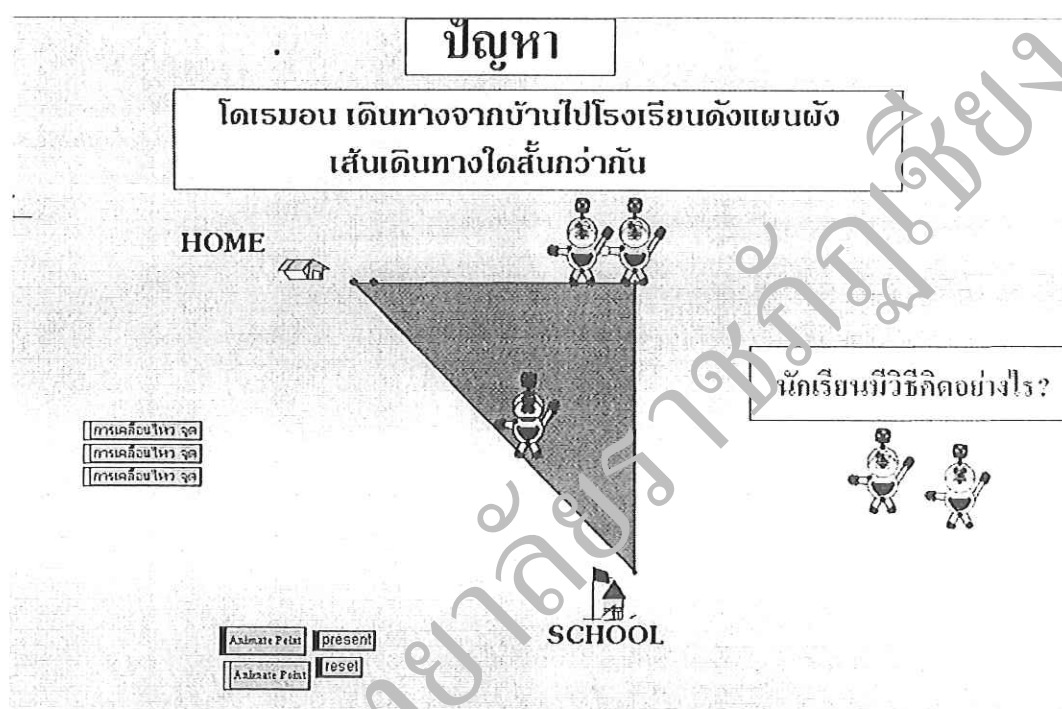
โปรแกรมจีโอเรตริกส์เกิดเห็นเป็นโปรแกรมที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการที่ได้ปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนสามารถทดลองแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการต่างๆ จากการเห็นภาพในมิติต่างๆ ตลอดจนการเคลื่อนไหวของภาพทำให้นักเรียนได้ค้นพบความสามารถของตนเองซึ่งเป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากลองมากยิ่งขึ้นซึ่งโปรแกรมจีโอเรตริกส์เกิดเห็นตอบสนองตอบความอยากรู้อยากลองได้เป็นอย่างดี จึงทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในด้านต่างๆ เช่น การแก้ปัญหา การหาสูตร การมีทักษะในการคิดแก้ปัญหาและการสรุปสูตร การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์โจทย์ การเชื่อมโยงความรู้ การมีแนวคิดที่หลากหลายและแปลกใหม่ ดังจะได้นำเสนอตัวอย่างที่นักเรียนได้แสดงความสามารถต่อไปนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาได้หลายแบบ จากภาพที่ปรากฏจะทำให้นักเรียนเกิดความคิดและจินตนาการที่จะหาทางแก้ปัญหาโดยการทดลองใช้วิธีการต่างๆ ดังตัวอย่างภาพที่ 4.1

โจทย์ปัญหาคือ โดเรมอนควรใช้เส้นทางใดจึงจะสั้นที่สุดในการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียน

คำตอบคือ เดินทางบนเส้นทางที่อยู่บนด้านตรงข้ามมุมฉาก

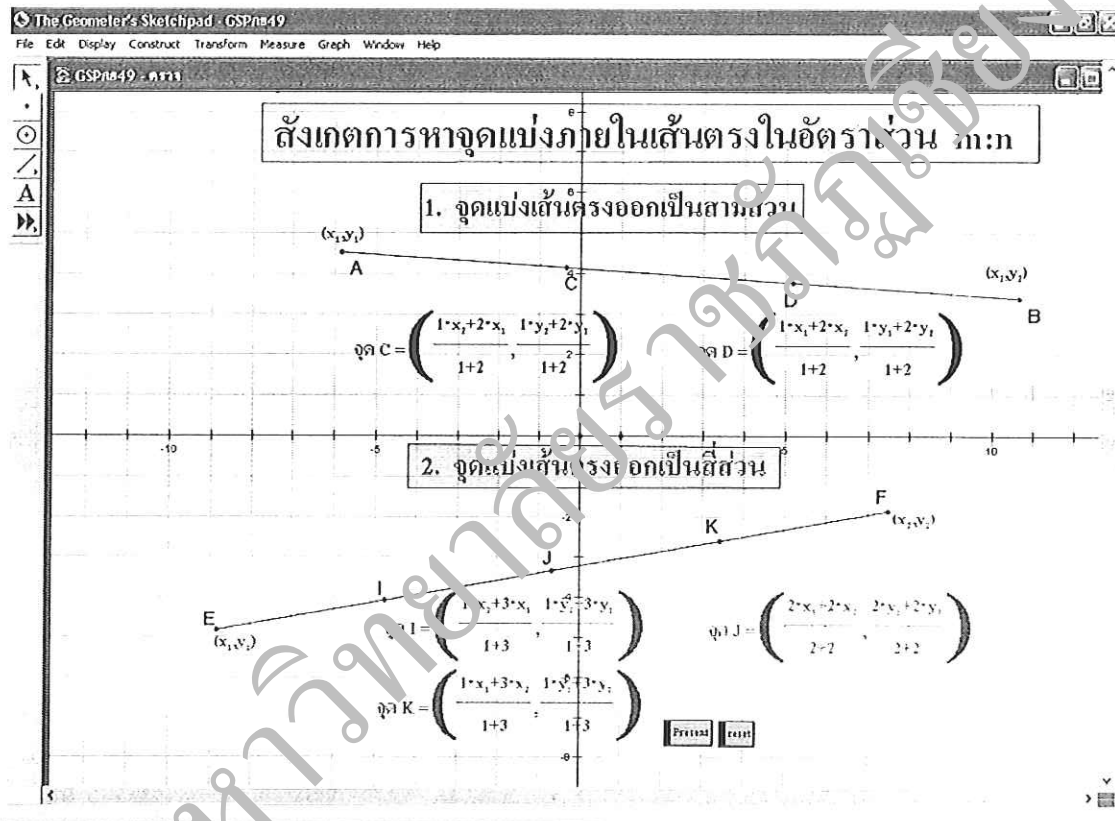


ภาพที่ 4.1 แสดงความสามารถในการแก้ปัญหา

จากคำตอบของนักเรียนพบว่านักเรียนมีวิธีการคิดหาคำตอบด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน นักเรียนบางคนก็เลือกตอบโดยใช้ทฤษฎีพีทาโกรัส บางคนก็เลือกตอบโดยใช้วิธีวัด ซึ่งผลสรุปเหมือนกัน แต่ด้วยเหตุผลก็ถูกต้องทั้ง 2 แบบ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอเรตริกส์เกิดแพ้็ด ทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ได้หลายวิธี

3.2 ความสามารถตรวจสอบติดตามคำตอบด้วยตนเอง

นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบได้ด้วยตนเอง ซึ่งการเรียนการสอนปกตินักเรียนไม่สามารถตรวจสอบคำตอบได้ว่าการแก้ปัญหาโจทย์ถูกต้องหรือไม่ โดยเฉพาะการเรียนรู้ในเรื่องกฎและสูตรต่างๆ บางสูตรต้องใช้การแทนค่าด้วยจำนวนที่มากมายและหลายๆ จำนวน จึงสามารถสรุปความจริงของสูตรได้ นักเรียนอาจเกิดความท้อแท้ในการแสดงผล แต่ถ้าใช้โปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ตแชนนักเรียนสามารถตรวจสอบได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องชัดเจน จึงเพิ่มความมั่นใจให้นักเรียนเกิดความพยายามที่จะเรียนรู้ในเรื่องใหม่ต่อไปได้อีกซึ่งเป็นการเสริมแรงและเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความใฝ่เรียนใฝ่รู้ ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 แสดงความสามารถตรวจสอบติดตามคำตอบด้วยตนเอง

จากภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นการที่นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องได้ด้วยตนเองจากภาพที่ปรากฏ

เป็นการแสดงให้เห็นนักเรียนมีโอกาสดำรงและสังเกตการหาจุดแบ่งภายในเส้นตรงโดยเริ่มจากการแบ่งครึ่งแล้วเปลี่ยนเป็น 4 ส่วน และ 8 ส่วนตามลำดับ ให้นักเรียนสังเกตอัตราส่วนที่แบ่งว่าสัมพันธ์กับสูตรในส่วนใด จากนั้นนักเรียนก็จะสามารถสรุปเป็นสูตรได้ด้วยตนเอง

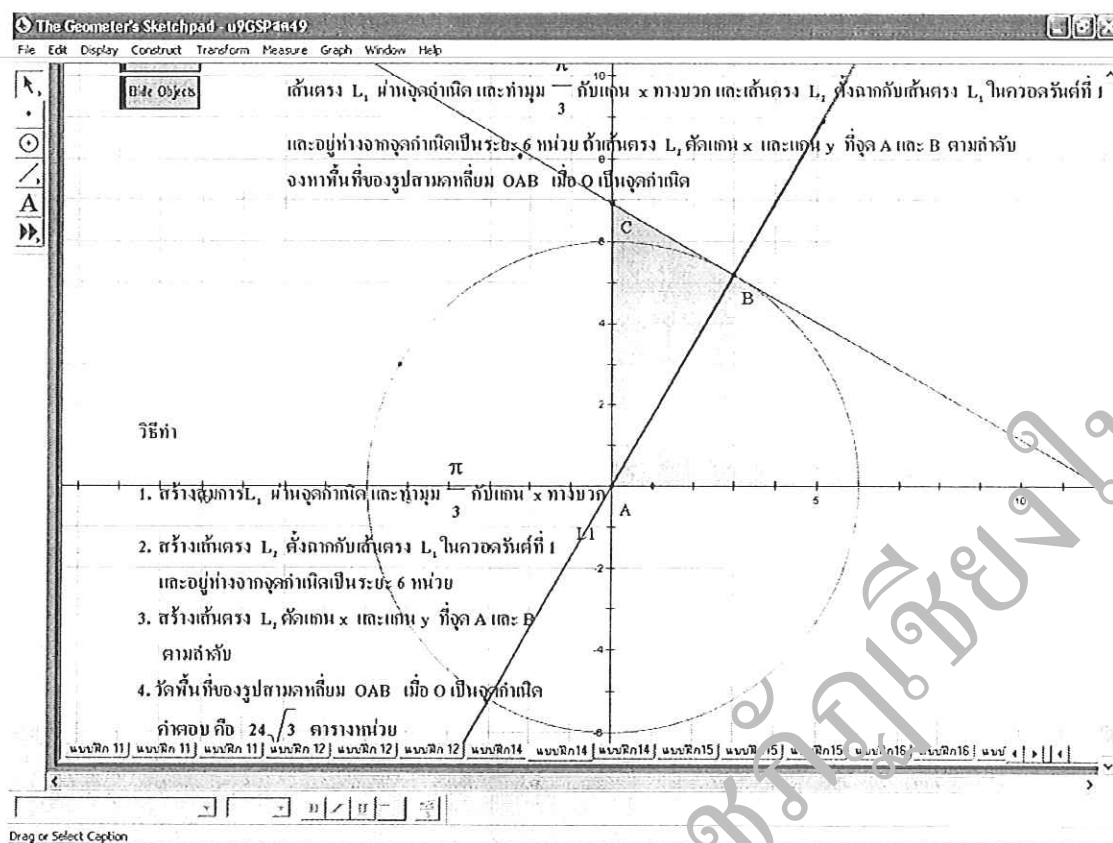
3.3 ความสามารถในการับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

นักเรียนมีโอกาสดำรงแก้ปัญหาลักษณะที่หลากหลายนอกจากโปรแกรมจีโอเมตริกสเก็ทเพื่อกำหนดโอกาสให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือในการหาคำตอบได้หลายวิธี จึงทำให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดอย่างหลากหลายตามแนวทางของโปรแกรมจีโอเมตริกสเก็ทเพื่อกำหนดคำตอบที่ถูกต้องเหมือนกัน ซึ่งมีผลทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในกระบวนการคิดแก้ปัญหาจึงทำให้คิดได้เร็วขึ้นอย่างถูกต้องแม่นยำ ดังภาพที่ 4.3 แสดงให้เห็นถึงคำตอบจากการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ซึ่งมีกระบวนการคิดที่ซับซ้อนและคิดได้หลากหลายวิธี

โจทย์: เส้นตรง $L[1]$ ผ่านจุดกำเนิด และทำมุม $(\frac{\pi}{3})$ กับแกน x ทางบวก และเส้นตรง $L[2]$ ตั้งฉากกับเส้นตรง $L[1]$ ในควอดรันต์ที่ 1 และอยู่ห่างจากจุดกำเนิดเป็นระยะ 6 หน่วย ถ้าเส้นตรง $L[2]$ ตัดแกน

- วิธีทำ: 1. สร้างสมการ $L[1]$ ผ่านจุดกำเนิด และทำมุม $(\frac{\pi}{3})$ กับแกน x ทางบวก
 2. สร้างเส้นตรง $L[2]$ ตั้งฉากกับเส้นตรง $L[1]$ ในควอดรันต์ที่ 1 และอยู่ห่างจากจุดกำเนิดเป็นระยะ 6 หน่วย
 3. สร้างเส้นตรง $L[2]$ ตัดแกน x และแกน y ที่จุด A และ B ตามลำดับ
 4. วัดพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม OAB เมื่อ O เป็นจุดกำเนิด คำตอบคือ

$24\sqrt{3}$ ตารางหน่วย

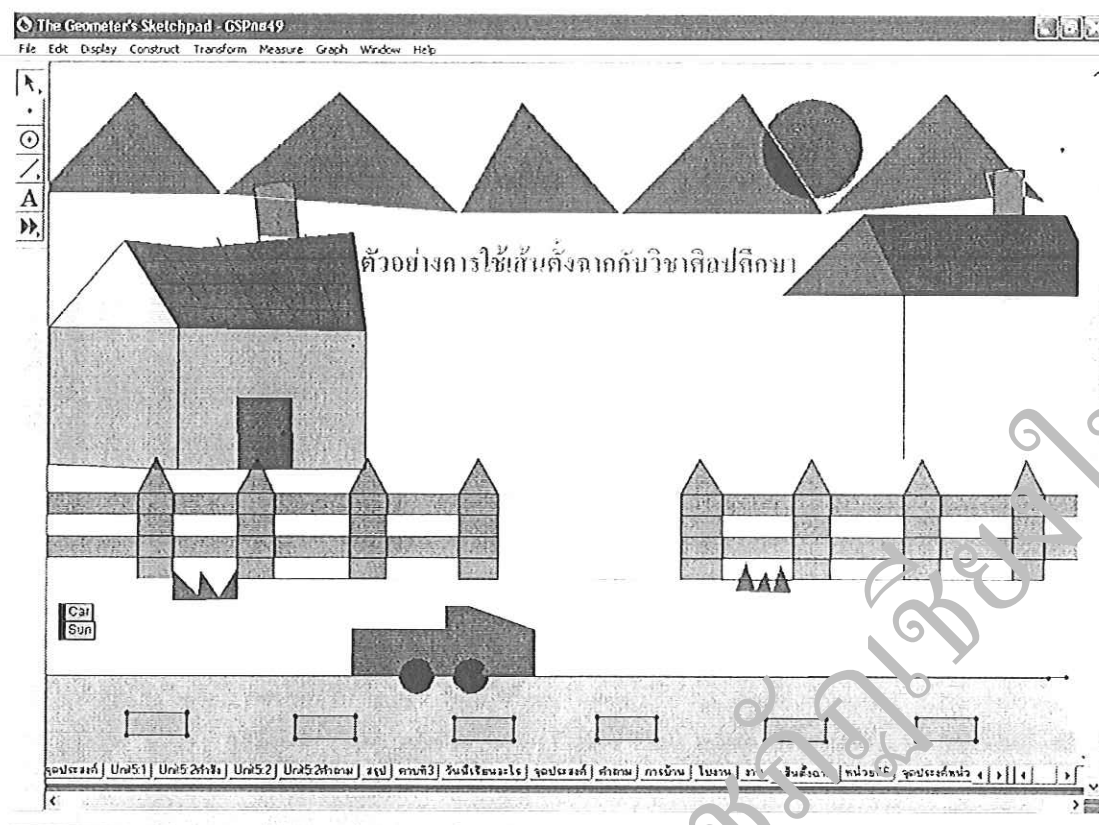


ภาพที่ 4.3 แสดงความสามารถในด้านกระบวนการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์

จากภาพแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมจีโอเมตริกส์เกิดผลดีทำให้นักเรียนสามารถตรวจสอบติดตามคำตอบด้วยตนเองในเวลานั้น จึงเกิดความมั่นใจและมีแรงจูงใจที่จะเรียนรู้คณิตศาสตร์ในขั้นสูงต่อไป

3.4 ความสามารถในการด้านความคิดสร้างสรรค์

การเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอเมตริกส์เกิดผลดีทำให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ตามความเข้าใจอย่างแท้จริงและสนุกสนานเนื่องจากโปรแกรมจีโอเมตริกส์เกิดผลดีทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์งานตามจินตนาการของผู้เรียนได้อย่างไม่มีขีดจำกัด เช่น การสอนเรื่องความชัน ผู้เรียนสามารถประยุกต์เรื่องความชันของเส้นตรงไปเป็นความชันของเส้นโค้ง ซึ่งผู้เรียนสามารถสร้างภาพที่มีการเคลื่อนไหวและสีสันที่สวยงาม (Animation) สามารถจินตนาการสร้างเรื่องราวจากภาพที่มีการเคลื่อนไหวจึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข เพลิดเพลิน ซึ่งเป็นบรรยากาศที่สนุกสนานแตกต่างจากการสอนแบบปกติ ดังภาพที่ 4.4 แสดงให้เห็นความสามารถของนักเรียนในการสร้างสรรค์ภาพศิลปะจากการใช้โปรแกรมจีโอเมตริกส์เกิดผลดี



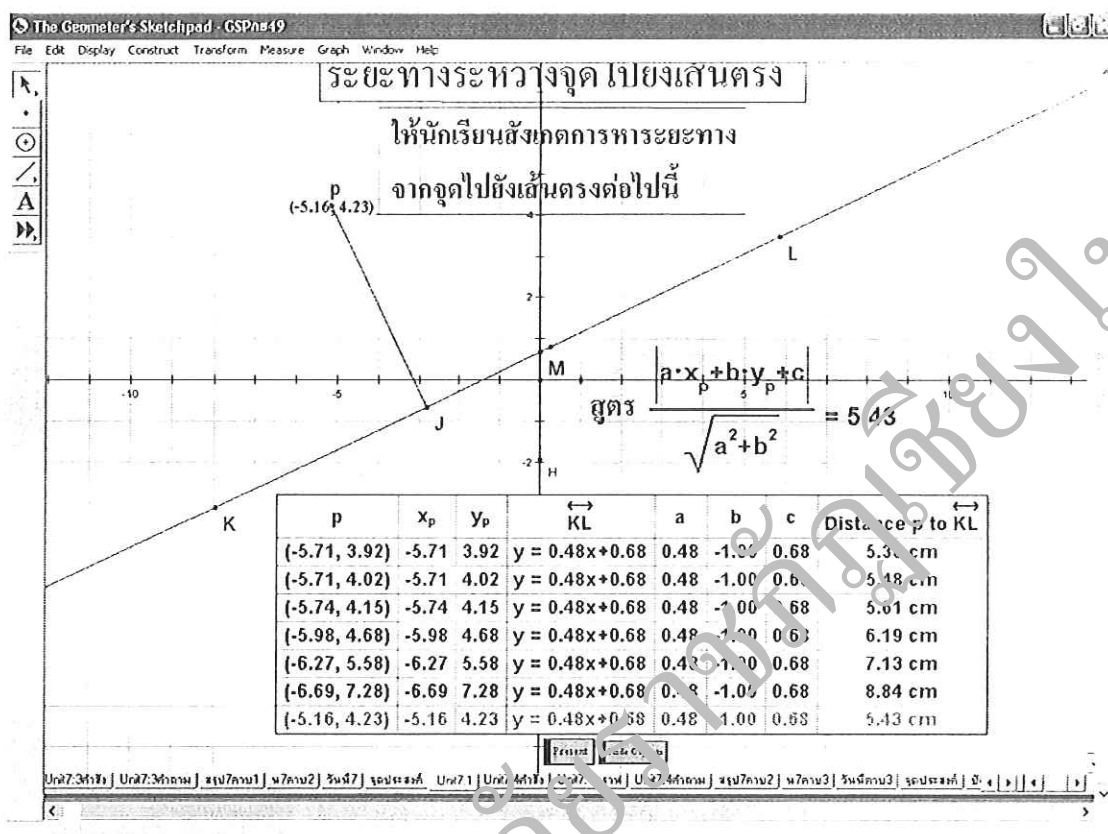
ภาพที่ 4.4 แสดงความสามารถในด้านความคิดสร้างสรรค์

จากภาพแสดงให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพดทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้สาระวิชาคณิตศาสตร์เข้ากับสาระวิชาอื่นๆ ได้

3.5 ความสามารถในการสร้างรูป

การใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพดซึ่งเป็นสื่อเทคโนโลยีทำให้ผู้เรียนคณิตศาสตร์สามารถสังเกต การเปลี่ยนแปลงและการเคลื่อนที่ได้ของรูป เรขาคณิตทุกรูปทรง จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แม่นยำสามารถสรุปได้เป็นสูตร กฎ ได้รวดเร็วจากการทดลอง และสามารถอธิบายนิยามได้ชัดเจนกว่าเดิม เช่น โจทย์กำหนดให้หาระยะทางระหว่างจุดสองจุดใดๆ ถ้าให้ผู้เรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของคำตอบแต่ละจุดหลายๆ จุด ซ้ำๆ กันเพื่อยอมรับสูตรซึ่งเป็นการใช้เวลา ผู้เรียนจะเกิดความเบื่อหน่ายและเสียเวลามากและอาจไม่ยอมรับสูตรนั้นเพราะจำนวนจุดที่ใช้อาจมีจำนวนจุดได้ไม่มากเพียงพอ แต่ถ้าใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพดจะสามารถแสดงผลได้

รวดเร็วและถูกต้องเห็นได้ชัดเจนทำให้ผู้เรียนยอมรับได้และสามารถสรุปผลของนิยามและสูตร กฎ
ได้ว่าเป็นจริง ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 แสดงความถนัดในการสรุป

จากภาพที่ 4.5 แสดงให้เห็นการที่นักเรียนสามารถสรุปผลของนิยามและสูตรได้ด้วย
ตนเองจากภาพที่ปรากฏ ดังนั้นการเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ตแพดทำให้นักเรียน
สามารถสรุปผลของนิยามและสูตร กฎต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากความเข้าใจจากการเห็น
ความเคลื่อนไหวของภาพ

3.6 ความสามารถในการวิเคราะห์

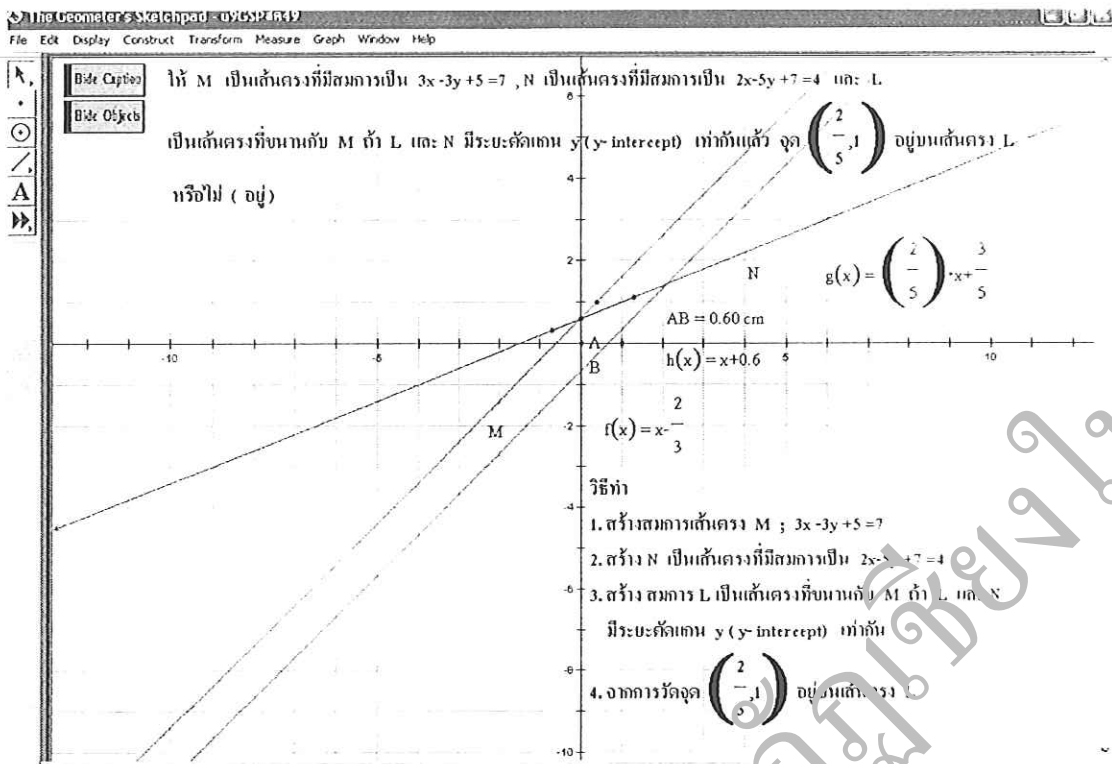
ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์โจทย์ได้แม่นยำและมีวิธีการคิดที่หลากหลาย เช่น โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการแก้ปัญหасмการเส้นตรงผู้เรียนสามารถอธิบายและแสดงผลได้ว่าสมการคู่ใดมีคำตอบ หรือไม่มีคำตอบ หรือเป็นสมการเส้นตรงเดียวกันซึ่งคำตอบคือจำนวนจริงได้อย่างชัดเจน โปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ทแพีจะช่วยให้เห็นลักษณะของเส้นตรงตามรูปแบบของความชัน ลักษณะเส้นตรง จุดตัดกันของเส้นตรงและลักษณะของเส้นตรงที่ทับเป็นเส้นเดียวกันได้ดีทำให้การหาคำตอบเช่นนี้ทำให้ผู้เรียนมั่นใจ เนื่องจากโปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ทแพีจะช่วยแสดงผลได้ทันที ทั้งนี้ผู้เรียนจะต้องมีกระบวนการคิดโดยวิธีการคำนวณแบบปกติทุกขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 4.6

โจทย์: ให้ M เป็นเส้นตรงที่มีสมการเป็น $3x-3y+5 = 7$, N เป็นเส้นตรงที่มีสมการเป็น $2x-5y+7 = 4$ และ L เป็นเส้นตรงที่ขนานกับ M ถ้า L และ N มีระยะตัดแกน y (y-intercept) เท่ากันแล้ว จุด $((2/5), 1)$ อยู่บนเส้นตรง L หรือไม่

- วิธีทำ: 1. สร้างสมการเส้นตรง M ; $3x-3y+5 = 7$
 2. สร้าง N เป็นเส้นตรงที่มีสมการเป็น $2x-5y+7 = 4$
 3. สร้างสมการ L เป็นเส้นตรงที่ขนานกับ M ถ้า L และ N มีระยะตัด

แกน y (y-intercept) เท่ากัน

4. จากการวัดจุด $((2/5), 1)$ อยู่บนเส้นตรง L



ภาพที่ 4.6 แสดงความสามารถในการวิเคราะห์

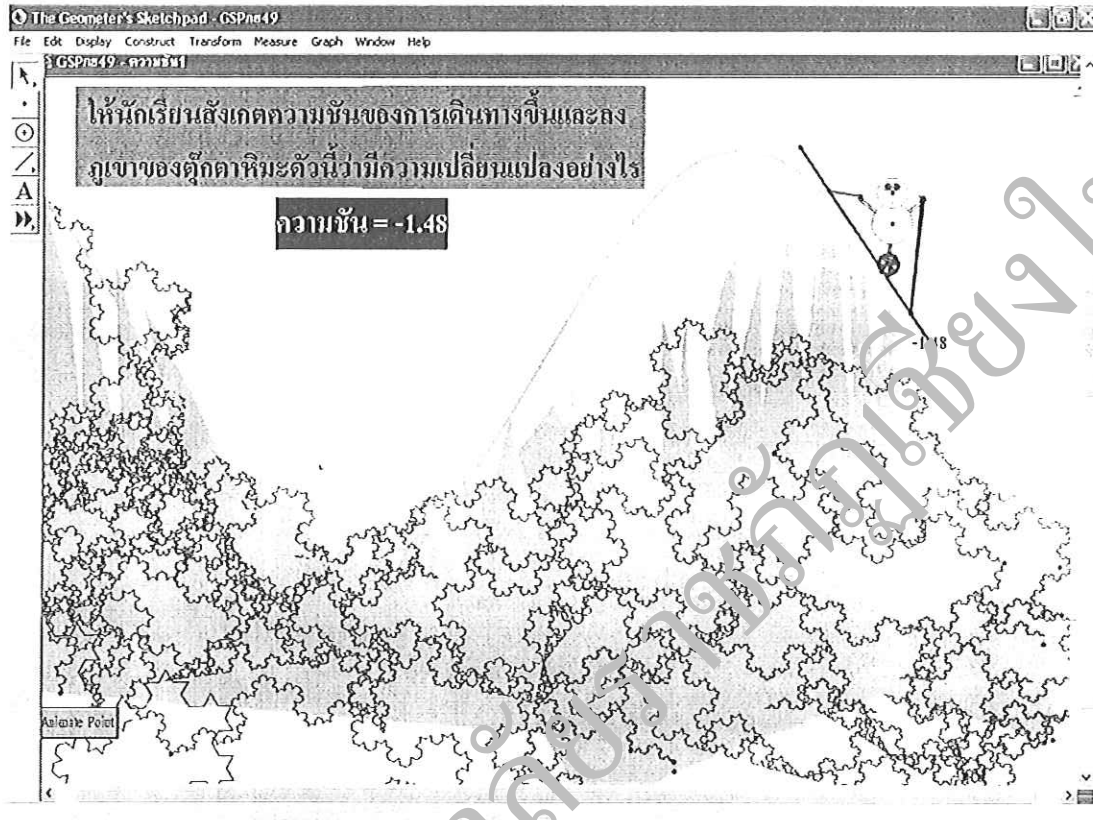
ดังนั้นจากภาพแสดงให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็คทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยการคิดหาคำตอบหลายๆ วิธีซึ่งโปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็คจะแสดงผลให้เห็นแผนที่ ช่วยให้นักเรียนทดลองคิดในหลายวิธีได้อย่างรวดเร็วจึงเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์

3.7 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้

การใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็ค ทำให้ผู้เรียนสามารถเห็นภาพในมิติต่างๆ จนกระทั่งมีทักษะในการนิรนัยภาพ ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ เช่นในเรื่องของความชัน ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในเรื่องของอัตราส่วนตรีโกณมิติความชันของเส้นตรง และนำไปสู่ความชันของเส้นโค้งและการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันได้อย่างต่อเนื่อง ดังเช่นในภาพที่ 4.7 แสดงให้เห็นถึงความชันในระดับต่างๆ

โจทย์: เส้นตรงที่ผ่านจุด (2,4) และมีระยะตัดแกน x เป็นครึ่งหนึ่งของระยะตัดแกน y จงหา ความชันและระยะตัดแกน y (-2,8)

- วิธีทำ : 1. สร้างเส้นตรงที่ผ่านจุด (2,4) และมีระยะตัดแกน x เป็นครึ่งหนึ่งของระยะตัดแกน y
2. วัดความชันและระยะตัดแกน y ได้ -2 และ 8 ตามลำดับ

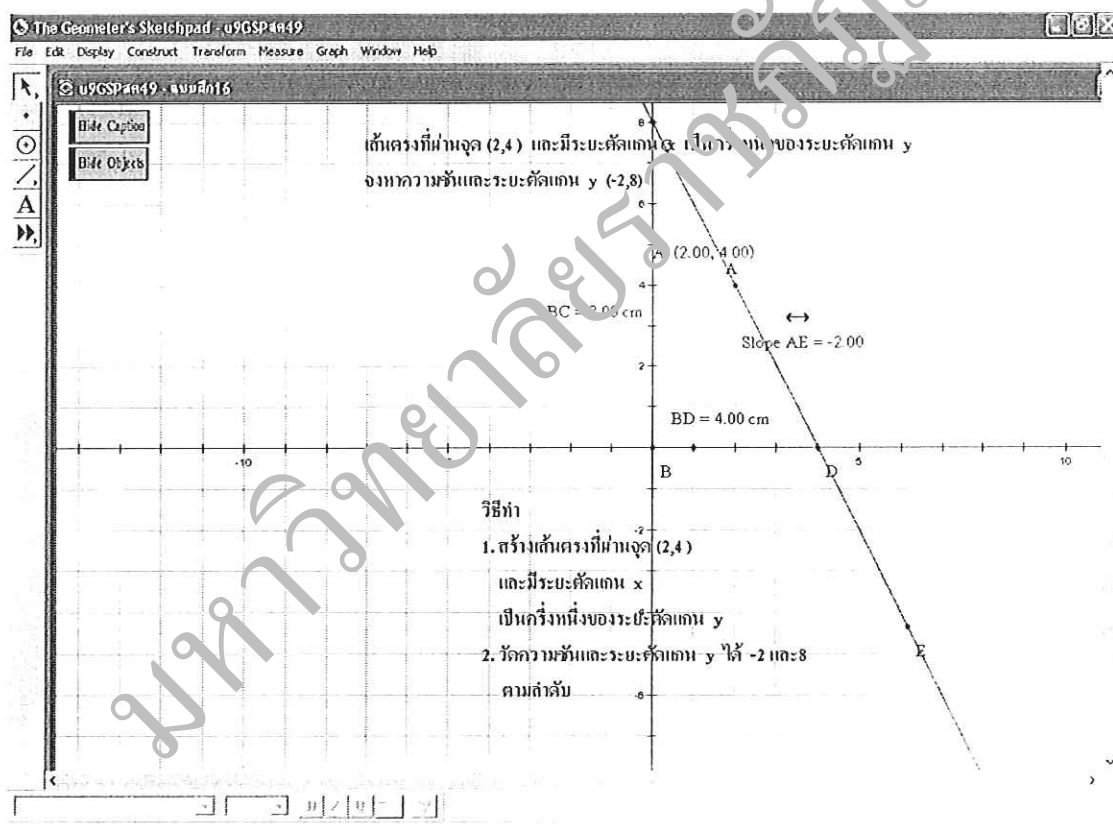


ภาพที่ 4.7 แสดงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้

ดังนั้นจากภาพแสดงให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอเรตริกส์เก้ตแพดทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทำให้เข้าใจสภาพแวดล้อมต่างๆ รอบตัวได้ดียิ่งขึ้นจากการเห็นภาพในมุมมองต่างๆ แตกต่าง

3.8 ความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์

ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ที่ซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วซึ่ง วิธีการปกติไม่สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว โปรแกรมนี้จะช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดและได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยมีลำดับขั้นในการแก้โจทย์ปัญหา มีแนวทางที่จะสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ทำให้หาคำตอบได้ง่ายขึ้นจากการที่ผู้เรียนใช้โปรแกรม กำหนดจุด เส้น ตามคำสั่ง ทำให้ผู้เรียนเกิดภาพ เกิดแนวคิดและมีลำดับขั้นในการเลือกใช้สูตรเพื่อการแก้ปัญหาโจทย์นั้นๆ ได้ถูกต้องและรวดเร็วจากภาพที่ปรากฏอย่างชัดเจน เช่น โจทย์กำหนด เส้นตรงที่ผ่านจุด (2,4) และมีระยะตัดแกน X เป็นครึ่งหนึ่งของระยะตัดแกน Y จงหาความชันและระยะตัดแกน Y วิธีการคิดผู้เรียนจะใช้คำสั่งกำหนดจุดจากนั้นจะลากเส้นตรงผ่านจุดและใช้คำสั่งกำหนดเส้นตรงนั้น และสามารถเคลื่อนที่เส้นตรงบนแกน X เป็น ครึ่งหนึ่งของแกน Y จะมีผลทำให้ผู้เรียนทราบความชันของเส้นตรงได้ทันที จากนั้นผู้เรียนจึงบอกลวิธีคิดโดยวิธีการคำนวณจากแนวทาง ดังแสดงในภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์

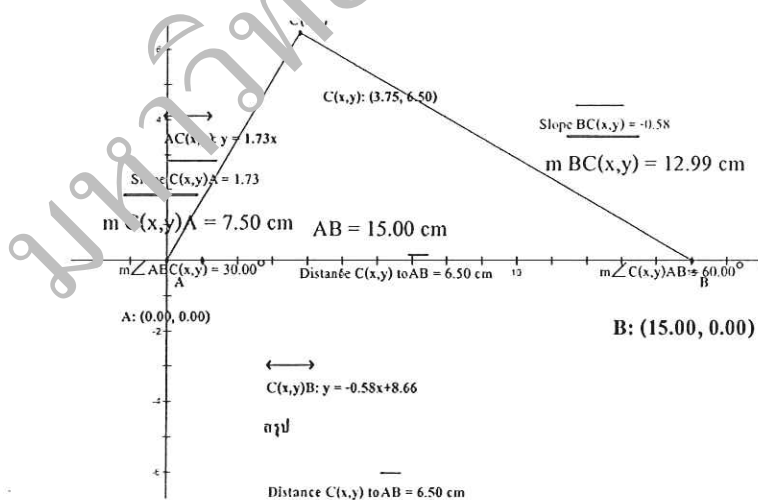
ดังนั้นจากภาพแสดงให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอริเมเตอร์สก็อตต์จะทำให้
นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้นจากการเห็นภาพที่เคลื่อนที่ได้และการปรากฏ
คำตอบอย่างเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนในทันทีที่ทดลองลากเส้นตามโจทย์ ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจ
ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

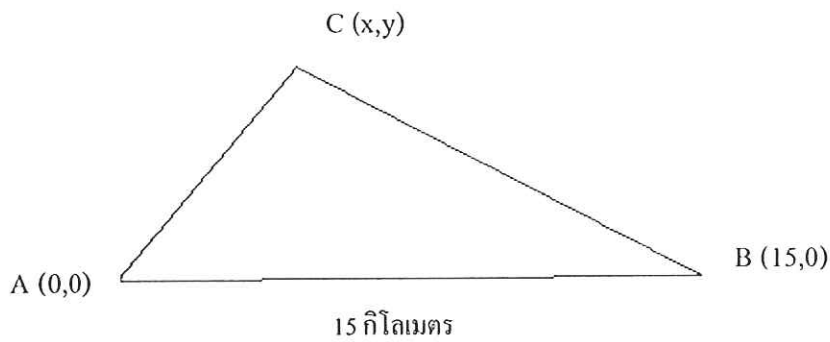
3.9 ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอริเมเตอร์สก็อตต์จะสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่
หลากหลายแนวทางขึ้นโดยใช้เครื่องมือจากโปรแกรมจีโอริเมเตอร์สก็อตต์เพื่อตรวจสอบคำตอบและ
หาค่าส่วนประกอบของเส้นตรง เช่น ความชันหรือจุดตัดได้ทันที ต่อจากนั้นจึงคิดค้นกระบวนการ-การ
คิด ซึ่งทำให้เกิดแนวคิดได้หลายแนวทาง ดังตัวอย่างต่อไปนี้ มีวิธีคิดได้ 3 วิธี

โจทย์ข้อที่ 1 : โดยธรรมชาติของการเกิดฝน กลุ่มเมฆที่จะก่อตัวเกิดฝนและพายุ
ได้นั้นจะลอยอยู่เหนือพื้นดินในระยะ 500–20,000 เมตร ถ้านาย ก. ยืนอยู่ที่ชายฝั่งทะเลมองไปยัง
กลุ่มก้อนเมฆที่ลอยเหนือเกาะแห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวทางรูป 60 องศา กับจุดที่เขายืนอยู่
ในขณะเดียวกัน นาย ข. ยืนบนเกาะดังกล่าวในทิศตะวันตกของนาย ก. มีระยะห่าง 15 กิโลเมตร ได้
โทรศัพท์แจ้งให้ นาย ก. รับทราบเช่นเดียวกันว่าขณะนี้เขาเองเห็นกลุ่มก้อนเมฆลอยอยู่ในทิศทาง
ที่ทำมุมกับ นาย ข. 30 องศา เพื่อความปลอดภัยจากก่อกวนหรือพายุ นักเรียนคิดว่านาย ข. ควรจะ
เดินทางไปยังเกาะดังกล่าวหรือไม่ เพราะเหตุใด

วิธีที่ 1





- ให้
- A เป็นจุดที่ นาย ก. ขึ้น
 - B เป็นจุดที่ นาย ข. ขึ้น
 - C เป็นจุดที่เกิดก่อนเมฆ

$\tan A = m$ ของเส้นตรง AC

$$\tan 60^\circ = \sqrt{3}$$

สมการเส้นตรง AC : มีความชัน $\sqrt{3}$ และผ่านจุด (0,0) คือ $y = \sqrt{3}x$

$\tan A = m$ ของเส้นตรง BC

$$\tan 60^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

สมการเส้นตรง BC : มีความชัน $-\frac{1}{\sqrt{3}}$ และผ่านจุด (15,0) คือ $y = -\frac{1}{\sqrt{3}}(x - 15)$

$$\text{หรือ } x - \sqrt{3}y - 15 = 0$$

$$\text{ดังนั้น จุดตัดระหว่างสมการ } y = \sqrt{3}x \quad \dots\dots\dots(1)$$

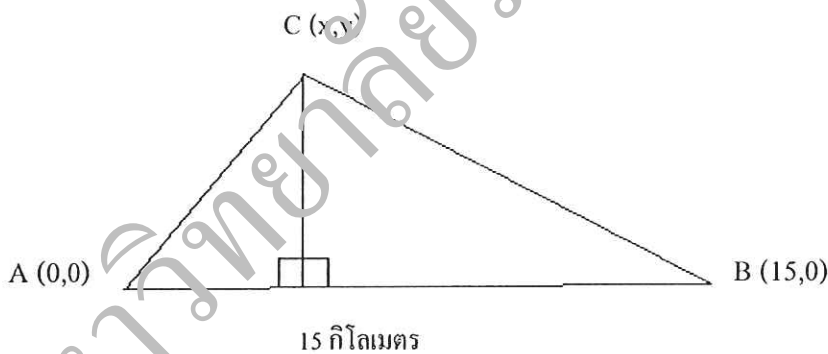
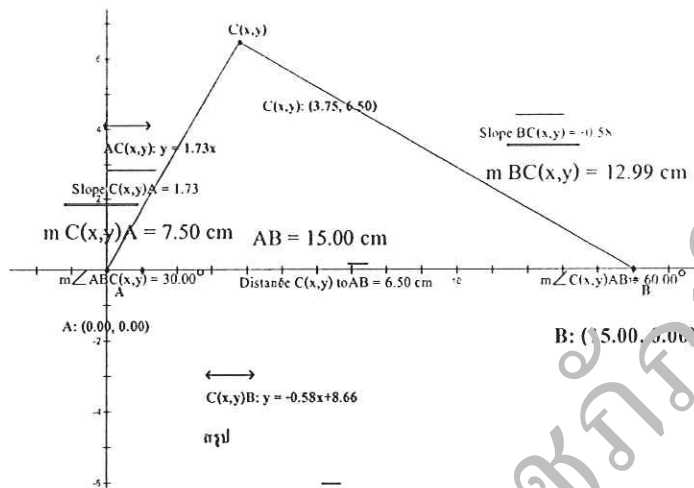
$$\text{และ } x - \sqrt{3}y - 15 = 0 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{คือ } (3.75, 6.495)$$

แสดงว่าเมฆลอยอยู่สูงกว่าพื้นประมาณ 6.495 กิโลเมตร หรือ 6,495 เมตร ซึ่งอยู่ในระยะที่ฝนมีโอกาสจะตกได้สูง จึงไม่สมควรเดินทางไปยังเกาะดังกล่าวเพื่อความปลอดภัย

จากวิธีที่ 1 ใช้ความรู้พื้นฐานเรื่องสมการเส้นตรง และผ่านจุด จากนั้นผู้เรียนจะเริ่มวิเคราะห์จากแผนผังได้ว่าเมื่อทราบจุดตัดแล้วก็จะสามารถหาระยะทางหรือความสูงได้ โดยใช้ความรู้เรื่องการสร้างสมการเส้นตรงแล้วหาจุดตัดเพื่อหาความสูงหรือระยะทางระหว่างจุดตัดกับพื้นราบ

วิธีที่ 2



- ให้
- A เป็นจุดที่ นาย ก. ยืน
 - B เป็นจุดที่ นาย ข. ยืน
 - C เป็นจุดที่เกิดก้อนเมฆ
- เนื่องจาก $\hat{A} = 30^\circ$, $\hat{B} = 60^\circ$
- ดังนั้น $\hat{O} = 90^\circ$

$$\sin \hat{A} = \frac{CB}{AB}, \quad \sin \hat{B} = \frac{AC}{AB}$$

$$\overline{CB} = 15 \times \frac{1}{2}$$

$$\overline{AC} = \sin 30^\circ \times 15$$

$$\overline{AC} = \frac{1}{\sqrt{3}} 15$$

$$\overline{AC} = \frac{15}{\sqrt{3}}$$

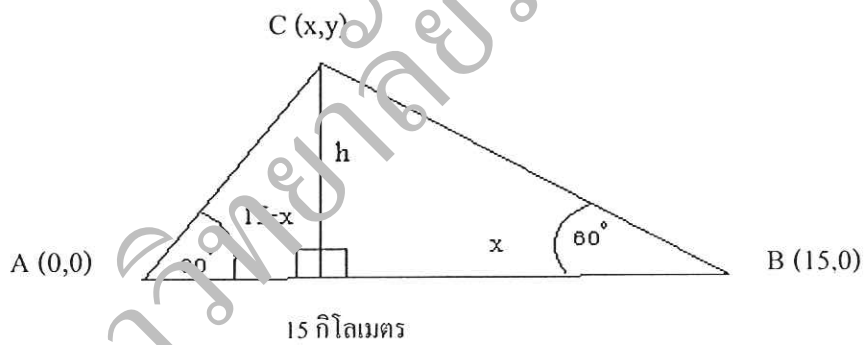
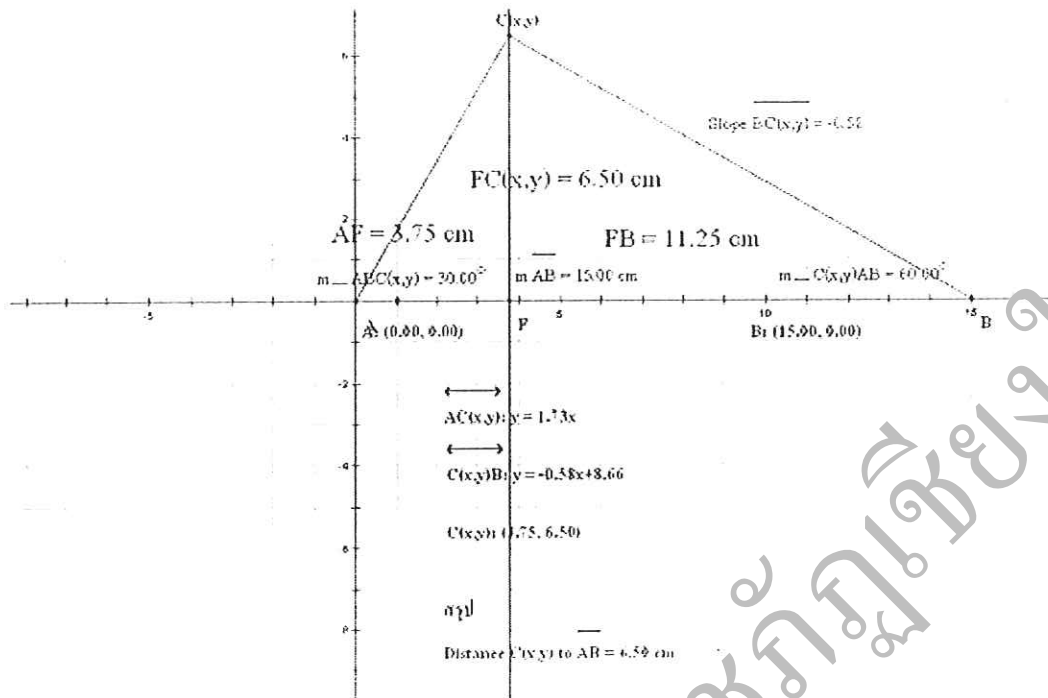
∴ พื้นที่ $\triangle ABC$ ที่มี AC เป็นฐาน เท่ากับ พื้นที่ $\triangle ABC$ ที่มี AB เป็นฐาน

$$\begin{aligned} \therefore \frac{1}{2} \times \overline{AB} \times \overline{CB} &= \frac{1}{2} \times \overline{AB} \times h \\ h &= \frac{1}{2} \times \frac{15}{\sqrt{3}} \times \frac{7.5}{15} \\ &= 6.495 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

แสดงว่าเมฆลอยอยู่สูงกว่าพื้นประมาณ 6.495 กิโลเมตร หรือ 6,495 เมตร ซึ่งอยู่ในระยะที่ฝนมีโอกาสจะตกได้สูง จึงไม่สมควรเดินลงไปยังเกาะดังกล่าวเพื่อความปลอดภัย

จากวิธีที่ 2 ผู้เรียนรู้จักใช้ความรู้ในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาการหาความสูง และใช้ความรู้ในเรื่องพื้นที่ $\triangle$ มุมฉาก สามารถปรับความเป็นนามธรรมของโจทย์ให้เป็นรูปธรรมนั้นคือ สามารถประยุกต์ใช้เรื่องของพื้นที่ $\triangle$ มุมฉากมาช่วยในการแก้ปัญหาเพื่อหาความสูงได้ และรวมถึงการใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติเพื่อหาระยะทางระหว่างเส้นตรงกับจุดได้

วิธีที่ 3



- A เป็นจุดที่ นาย ก. ยืน
 B เป็นจุดที่ นาย ข. ยืน
 C เป็นจุดที่เกิดก้อนเมฆ

$$\tan 30^\circ = \frac{h}{15-x} \quad (1) \quad ; \quad \tan 60^\circ = \frac{h}{x} \quad (2)$$

$$h = (15-x)\tan 30^\circ \quad ; \quad h = \tan 60^\circ x$$

$$\therefore \quad \sqrt{3}x = (15-x)\frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$3x = 15 - x$$

$$4x = 15$$

$$x = 3.75$$

แทนค่า $x = 3.75$ ในสมการที่ (2)

$$\tan 60^\circ = \frac{h}{x}$$

$$h = 3.75(\sqrt{3})$$

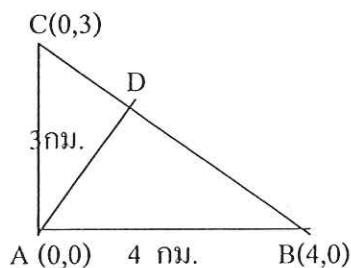
$$\approx 6.495$$

แสดงว่าเมฆลอยอยู่สูงกว่าพื้นประมาณ 6.495 กิโลเมตร หรือ 6.495 เมตร ซึ่งอยู่ในระยะที่ฝนมีโอกาสจะตกได้สูง จึงไม่สมควรเดินทางไปยังเกาะดังกล่าวเพื่อความปลอดภัย

จากวิธีที่ 3 ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์โดยใช้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้สมการเส้นตรง และอัตราส่วนที่เท่ากันมาใช้เพื่อหาความสูงได้

โจทย์ข้อที่ 2 : ถ้าเดินทางจากบ้านนาย ก ไปทางทิศตะวันออก 4 กิโลเมตร จะพบถนนตรงสายหนึ่ง แต่ถ้าเดินทางจากบ้าน นาย ก ไปทางทิศเหนือ 3 กิโลเมตร ก็จะถึงถนนสายเดิม ซึ่งตัดจากแนวตะวันออกเฉียงใต้มุ่งตรงไป แนวตะวันตกเฉียงเหนือ จงหาระยะทางที่สั้นที่สุดที่จะเดินจากบ้านนาย ก ถึงถนนสายนี้ และทางลัดนี้ทำมุมกับแนวทางเดินไปทางตะวันออกเป็นมุมเท่าไร

วิธีที่ 1



- A คือ จุดเริ่มต้นจากบ้านนาย ก
 AB คือ ระยะทางจากบ้านนาย ก ไปทางทิศตะวันออก
 AC คือ ระยะทางจากบ้านนาย ก ไปทางทิศเหนือ
 BC คือ ถนนที่เชื่อมในทิศทางจากบ้านนาย ก ทั้ง สองทิศทาง
 AD คือ ระยะทางสั้นที่สุดจากบ้านนาย ก ไปยังถนนสายที่ต้องการหาระยะทาง

การหาระยะทางที่สั้นที่สุดจาก A ไปยัง BC

$$\begin{aligned}\text{ความชัน BC} &= \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \\ &= \frac{3 - 0}{0 - 4} \\ &= -\frac{3}{4}\end{aligned}$$

สมการเส้นตรง BC คือ $y - y_1 = m(x - x_1)$

$$y - 0 = -\frac{3}{4}(x - 4)$$

$$3x + 4y - 12 = 0$$

ดังนั้นระยะทางจากบ้านนายก (จุด A) ไปยังถนน (เส้นตรง $3x+14y-12=0$)

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

$$d = \frac{|3(0) + 4(0) - 12|}{\sqrt{3^2 + 4^2}}$$

$$d = 2\frac{2}{5} \text{ กิโลเมตร } \underline{ANS}$$

ทางลัดนี้ทำมุมกับแนวทางเดินไปทางตะวันออกทำมุม θ

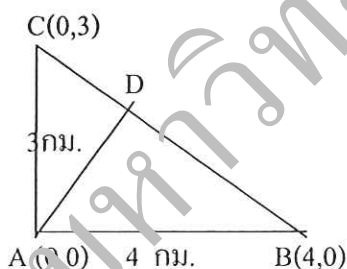
$$\tan \theta = \frac{\overline{AB}}{\overline{AC}}$$

$$\tan \theta = \frac{4}{3}$$

$$\therefore \theta = \tan^{-1} \frac{4}{3} \underline{ANS}$$

จากวิธีที่ 1 เป็นการคิดแบบใช้พื้นฐานความรู้ในเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ปกติ คือใช้สูตรการหาระยะทางระหว่างจุดกับเส้นตรงใดๆ โดยใช้ความรู้ในเรื่องการหาระยะทางระหว่างจุดใดๆ ไปยังเส้นตรง

วิธีที่ 2



- A คือ จุดเริ่มต้นจากบ้านนายก
- AB คือ ระยะทางจากบ้านนายก ไปทางทิศตะวันออก
- AC คือ ระยะทางจากบ้านนายก ไปทางทิศเหนือ
- BC คือ ถนนที่เชื่อมในทิศทางที่ห่างจากบ้านนายก ทั้ง สองทิศทาง
- AD คือ ระยะทางสั้นที่สุดจากบ้านนายก ไปยังถนนสายที่ต้องการหาระยะทาง

การหาระยะทางที่สั้นที่สุดจาก A ไปยัง BC

จากรูป ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก ดังนั้น มุม A = 90 องศา

แสดงว่า AB เป็นฐาน AC เป็นส่วนสูง

$$\text{พื้นที่ สามเหลี่ยม ABC} = \frac{1}{2} \times 4 \times 3 \dots\dots\dots(1)$$

จากรูป ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก และ AD ตั้งฉาก AB มุม D = 90 องศา

แสดงว่า BC เป็นฐาน AD เป็นส่วนสูง

$$|CB| = \sqrt{3^2 + 4^2}$$

$$= 5$$

ดังนั้น พื้นที่ สามเหลี่ยม ABC ที่มี BC เป็นฐาน

$$= \frac{1}{2} \times 5 \times h \dots\dots\dots(2)$$

จะได้ว่า สามเหลี่ยม ABC $= \frac{1}{2} \times 4 \times 3 \dots\dots\dots(1)$

เท่ากับ พื้นที่ สามเหลี่ยม ABC ที่มี BC เป็นฐาน

$$= \frac{1}{2} \times 5 \times h \dots\dots\dots(2)$$

ดังนั้น $\frac{1}{2} \times 4 \times 3 = \frac{1}{2} \times 5 \times h$

จะได้ $h = 2.4$ กม.

ดังนั้นระยะทางจากบ้านนาย ก (จุด A) ไปยังถนน (เส้นตรง $3x+14y-12=0$)

เท่ากับ $2\frac{2}{5}$ กิโลเมตร ANS

และ ทางลัดนี้ทำมุมกับแนวทางเดินไปทางตะวันออกทำมุม θ

$$\tan \theta = \frac{AB}{AC}$$

$$\tan \theta = \frac{4}{3}$$

$$\therefore \theta = \tan^{-1} \frac{4}{3} \text{ ANS}$$

จากวิธีที่ 2 เป็นการเชื่อมโยงความคิดจากความรู้เรื่องพื้นที่รูปสามเหลี่ยมมาบูรณาการ
กับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการหาระยะทาง สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเรื่องของระยะทางที่สั้น
ที่สุดของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์

ความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งมีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอริเมเตอร์สเก็ตแพ็คเป็นสื่อการสอน และการจัดการเรียนการสอนแบบปกติส่งผลให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการตอบสนองโดยการแสดงพฤติกรรมกรเรียนคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันทั้งความคิดเห็นของนักเรียนและครูในการประเมินพฤติกรรมดังกล่าว ได้ผลดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รายการ	กลุ่มทดลอง (n=15)		กลุ่มควบคุม (n=17)	
	$\bar{Y}$ (SD)	แปลผล	$\bar{X}$ (SD)	แปลผล
1. การทำแบบฝึกหัดบ่อยๆ ทำให้เข้าใจดีขึ้น	4.29 (0.75)	มาก	3.72 (0.59)	มาก
2. ข้าพเจ้าตรวจสอบความถูกต้องขอ ทฤษฎีบทได้ชัดเจนขึ้น	3.82 (0.64)	มาก	3.67 (0.69)	มาก
3. ข้าพเจ้าทำโจทย์คณิตศาสตร์ด้วยความมั่นใจ	3.71 (0.51)	มาก	3.17 (0.69)	ปานกลาง
4. ข้าพเจ้ามีกำลังใจในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์มากขึ้น	3.76 (0.75)	มาก	3.17 (0.71)	ปานกลาง
5. ข้าพเจ้ามีลำดับขั้นการทำงานดีขึ้น	3.65 (0.49)	มาก	3.33 (0.77)	ปานกลาง
6. ข้าพเจ้าเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ดีขึ้น	3.65 (0.86)	มาก	3.00 (0.59)	ปานกลาง
7. ข้าพเจ้าพบความรู้ใหม่ที่เกิดจากการเรียนโดยวิธีนี้ได้ดีขึ้น	3.71 (0.92)	มาก	3.33 (0.59)	ปานกลาง

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

รายการ	กลุ่มทดลอง (n=18)		กลุ่มควบคุม (n=17)	
	$\bar{X}$ (SD)	แปลผล	$\bar{X}$ (SD)	แปลผล
8. ข้าพเจ้าค้นพบการวางแผนการแก้ปัญหาโจทย์ อย่างเป็นระบบขึ้น	3.53 (0.87)	มาก	3.39 (0.61)	ปาน กลาง
9. ข้าพเจ้าค้นพบการหาคำตอบที่รวดเร็วกว่าเดิม	3.47 (0.80)	ปาน กลาง	3.06 (0.83)	ปาน กลาง
10. ข้าพเจ้ามีผลงานนำเสนอได้มากกว่าเดิม	3.59 (0.62)	มาก	3.06 (0.64)	ปาน กลาง
11. ข้าพเจ้าสามารถแก้ปัญหาโจทย์ที่ซับซ้อนได้	3.35 (0.93)	ปาน กลาง	2.50 (0.51)	ปาน กลาง
12. ข้าพเจ้าเกิดการเรียนรู้ที่ไม่มีขอบเขตมากขึ้น	3.65 (0.93)	มาก	2.94 (0.54)	ปาน กลาง
13. ข้าพเจ้าไม่ชอบเรียนเพราะเบื่อขั้นตอนการหาคำตอบ	2.35 (1.00)	น้อย	2.78 (0.65)	ปาน กลาง
14. ข้าพเจ้าเบื่อกับที่จะต้องจำสูตรคณิตศาสตร์	2.35 (0.79)	น้อย	3.00 (0.59)	ปาน กลาง
15. ข้าพเจ้าทำการบ้านด้วยความเกียจคร้าน	2.94 (1.14)	ปาน กลาง	3.11 (0.68)	ปาน กลาง
16. การหาคำตอบที่รวดเร็วกว่าเดิมทำให้ขาดขั้นตอนที่ถูกต้อง	3.00 (1.17)	ปาน กลาง	3.39 (0.85)	ปาน กลาง
17. ใช้เวลาในการเรียนรู้เนื้อหาจนทำให้เสียเวลา	2.24 (0.56)	น้อย	2.72 (0.83)	ปาน กลาง
18. ข้าพเจ้าไม่ชอบการเรียนรู้โดยใช้วิธีนี้	2.18 (0.81)	น้อย	3.28 (0.96)	ปาน กลาง
รวม	3.54 (0.40)	มาก	3.04 (0.39)	ปาน กลาง

จากตารางที่ 4.6 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมจีโออร์เมตริกส์เกิดเห็น สูงกว่ากลุ่มทดลองซึ่งมีการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ โดย $\bar{X}$ ของกลุ่มทดลองเท่ากับ 3.54 อยู่ในระดับมาก และ $\bar{X}$ ของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 3.04 อยู่ในระดับปานกลาง

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของครูต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รายการ	กลุ่มทดลอง (n=18)		กลุ่มควบคุม (n=17)	
	$\bar{X}$ (SD)	แปลผล	$\bar{X}$ (SD)	แปลผล
1. นักเรียนชอบทำแบบฝึกหัดส่งทุกครั้ง	4.61 (0.56)	มากที่สุด	2.71 (0.59)	ปานกลาง
2. นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของทฤษฎีบทได้ชัดเจนขึ้น	4.50 (0.62)	มากที่สุด	2.88 (0.49)	ปานกลาง
3. นักเรียนทำโจทย์คณิตศาสตร์ด้วยความมั่นใจ	4.00 (0.49)	มาก	2.71 (0.59)	ปานกลาง
4. นักเรียนมีกำลังใจในการแก้ปัญหา โจทย์คณิตศาสตร์มากขึ้น	4.11 (0.32)	มาก	2.82 (0.39)	ปานกลาง
5. นักเรียนมีลำดับขั้นตอนการทำงานดีขึ้น	4.00 (0.49)	มาก	2.76 (0.44)	ปานกลาง
6. นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ดีขึ้น	3.94 (0.42)	มาก	2.71 (0.47)	ปานกลาง
7. นักเรียนพบความรู้ใหม่ที่เกิดจากทดลองได้ดีขึ้น	3.89 (0.47)	มาก	2.71 (0.47)	ปานกลาง
8. นักเรียนค้นพบการวางแผนการแก้ปัญหาโจทย์อย่างเป็นระบบ	3.89 (0.47)	มาก	2.59 (0.51)	ปานกลาง
9. นักเรียนค้นพบการหาคำตอบที่รวดเร็วกว่าเดิม	3.94 (0.42)	มาก	2.47 (0.51)	น้อย

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

รายการ	กลุ่มทดลอง (n=18)		กลุ่มควบคุม (n=17)	
	$\bar{X}$ (SD)	แปลผล	$\bar{X}$ (SD)	แปลผล
10. นักเรียนมีผลงานนำเสนอได้มากกว่าเดิม	4.44 (0.51)	มาก	2.94 (0.66)	ปานกลาง
11. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ที่ซับซ้อนได้	4.22 (0.43)	มาก	2.41 (0.53)	น้อย
12. นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ไม่มีขอบเขตมากขึ้น	4.17 (0.62)	มาก	2.24 (0.44)	น้อย
รวม	4.14 (0.23)	มาก	2.66 (0.21)	ปานกลาง

จากตารางที่ 4.7 ครูมีความคิดเห็นต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยมี $\bar{X}$ ของความคิดเห็นต่อ นักเรียนกลุ่มทดลองเท่ากับ 4.14 อยู่ในระดับมาก และ $\bar{X}$ ของความคิดเห็นต่อกลุ่มควบคุมเท่ากับ 2.66 อยู่ในระดับปานกลาง

4.1 การเปรียบเทียบความคิดเห็นต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้สถิติทดสอบที่ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของนักเรียนต่อพฤติกรรมการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	n	$\bar{X}$	SD	t	p
กลุ่มทดลอง	18	3.54	0.40	3.70**	0.00
กลุ่มควบคุม	17	3.04	0.39		

** $p \leq .01$

จากตารางที่ 4.8 ได้ค่าสถิติ t เท่ากับ 3.70 ค่า p เท่ากับ 0.00 ซึ่งแสดงว่าความคิดเห็นของนักเรียนต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองซึ่งมี $\bar{X}$ เท่ากับ 3.54 สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมี $\bar{X}$ เท่ากับ 3.04 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือนักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอเรตมเตอร์สเก็ตแพ็คเป็นสื่อการสอนมีความคิดเห็นต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ

การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของครูต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้สถิติทดสอบที่ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของครูต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	n	$\bar{X}$	SD	t	p
กลุ่มทดลอง	18	4.14	0.33	15.78**	0.00
กลุ่มควบคุม	17	2.66	0.21		

** $p \leq .01$

จากตารางที่ 4.9 ได้ค่าสถิติ t เท่ากับ 15.78 ค่า p เท่ากับ 0.00 ซึ่งแสดงว่าความคิดเห็นของครูที่มีต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองซึ่งมี $\bar{X}$ เท่ากับ 4.14 สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมี $\bar{X}$ เท่ากับ 2.66 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือครูมีความคิดเห็นต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ของกลุ่มทดลองซึ่งใช้โปรแกรมจีโอรีเมเตอร์สเก็ตแท็บเล็ตเป็นสื่อการสอน ดีกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งสอนโดยวิธีปกติ

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์กับความชอบคณิตศาสตร์

การทดสอบเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์กับความชอบคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ (Chi-square) ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนกับความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการเรียน

วิธีสอน	n	ความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์		χ^2	df	p
		ชอบ	ไม่ชอบ			
ใช้โปรแกรม GSP	18	15	3	8.41	1	0.004**
ใช้วิธีปกติ	17	6	11			

** $p < .01$

จากตารางที่ 4.10 ค่า χ^2 เท่ากับ 8.41 ค่า p เท่ากับ 0.004 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนกับความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากจำนวนความถี่ของผู้ที่ตอบว่าชอบหรือไม่ชอบในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จะเห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมจีโอรีเมเตอร์สเก็ตแท็บเล็ตเป็นสื่อการสอนจำนวนมากชอบคณิตศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติจำนวนมากแสดงความรู้สึกไม่ชอบ และมีส่วนน้อยที่ชอบคณิตศาสตร์ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ผลการใช้โปรแกรมจีโอรีเมเตอร์สเก็ตแท็บเล็ต มีส่วนทำให้นักเรียนชอบการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 5 ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็ค

นักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็คเป็นสื่อในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ มีข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็คดังที่ได้นำเสนอต่อไปนี้

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อโปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็ค เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
ก. ความคิดเห็นเชิงบวก			
1. โปรแกรม GSP ทำให้มีความเข้าใจวัตถุประสงค์ของเนื้อหาแต่ละบทเรียน	4.06	0.42	มาก
2. โปรแกรม GSP ทำให้เข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น เน้นไปตามลำดับจากง่ายไปยาก	4.00	0.49	มาก
3. เนื้อหาที่นำมาเสนอครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหาแต่ละบทเรียน	4.22	0.55	มาก
4. การเลือกศึกษาเนื้อหาทำได้สะดวก รวดเร็ว	4.22	0.73	มาก
5. ภาพประกอบสามารถสื่อความหมายสอดคล้องกับเนื้อหา	4.61	0.61	มากที่สุด
6. ขนาดของภาพที่ใช้ใน โปรแกรม GSP มีความเหมาะสม	4.33	0.69	มาก
7. การใช้เสียงประกอบในโปรแกรม GSP มีความชัดเจน	3.94	0.80	มาก
8. ขนาดตัวอักษรที่ใช้ใน โปรแกรม GSP มีความเหมาะสม	4.11	0.58	มาก
9. รูปแบบในการนำเสนอเนื้อหาใน โปรแกรม GSP มีความน่าสนใจ	4.56	0.62	มากที่สุด
10. การนำเสนอตัวอย่างประกอบในโปรแกรม GSP ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น	4.50	0.51	มากที่สุด

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผล
11. เวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนมีความเหมาะสม	3.78	0.81	มาก
12. เวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม	4.00	0.59	มาก
13. แบบฝึกหัดในบทเรียนครอบคลุมตามวัตถุประสงค์	4.22	0.43	มาก
14. แบบฝึกหัดทำให้เข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น	4.06	0.54	มาก
15. โปรแกรม GSP ถูกออกแบบให้ใช้ง่าย สะดวก	4.28	0.75	มาก
16. การเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP เป็นวิธีที่ทันสมัย	4.56	0.51	มากที่สุด
17. การเรียนโดยโปรแกรม GSP ทำให้เรียนอย่างมีความสุข	3.94	0.64	มาก
18. สามารถเรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองจากการใช้โปรแกรม GSP	3.61	0.61	มาก
19. การเรียนโดยโปรแกรม GSP ทำให้มีความรับผิดชอบมากขึ้น	3.94	0.54	มาก
20. โปรแกรม GSP ทำให้สามารถเรียนรู้เนื้อหาด้วยความสนใจ	4.06	0.73	มาก
21. โปรแกรม GSP ทำให้ทราบความจำเป็นในการเรียนรู้ทันที	4.22	0.73	มาก
22. โปรแกรม GSP ช่วยประหยัดเวลาในการเรียนรู้	4.22	0.73	มาก
ข. ความคิดเห็นเชิงลบ			
23. การเรียนโดยใช้โปรแกรม GSP ทำให้เกิดความเบื่อหน่าย	1.94	0.80	น้อย
24. ไม่อยากใช้ถึงชั่วโมงนี้เพราะต้องเรียนด้วยโปรแกรม GSP	1.94	0.94	น้อย
25. การเรียนโดยโปรแกรม GSP ทำให้ข้าพเจ้าทำงานร่วมกับผู้อื่นไม่เป็น	1.94	0.94	น้อย
26. การเรียนโดยโปรแกรม GSP ทำให้ขาดปฏิสัมพันธ์กับสังคมรอบข้าง	1.89	0.83	น้อย

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
27. การเรียนโดยโปรแกรม GSP เป็นวิธีที่ยุ่งยากซับซ้อน	2.50	0.71	ปานกลาง
28. ไม่มีทักษะด้านคอมพิวเตอร์จึงเรียนด้วยโปรแกรม GSP ด้วยความยากลำบาก	2.78	1.06	ปานกลาง
29. ชอบเรียนรู้เนื้อหาจากการสอนของอาจารย์มากกว่าเรียนด้วยโปรแกรม GSP	2.67	0.84	ปานกลาง

นักเรียนมีความคิดเห็นที่หลากหลายต่อการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องรากศัพท์วิเคราะห์ใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็คเป็นสื่อการสอนมีทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย ซึ่งจะกล่าวแยกเป็น 3 ประเด็น คือ ประเด็นเกี่ยวกับความทันสมัยและความน่าสนใจ ประเด็นที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และผลที่ได้จากการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็คเป็นสื่อการสอน ดังนี้

1. ประเด็นเกี่ยวกับความทันสมัยและความน่าสนใจ นักเรียนเห็นด้วยในระดับมากที่สุดในเรื่องการเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็คเป็นวิธีที่ทันสมัย และทำให้เรียนอย่างมีความสุข สามารถเรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนเห็นด้วยในระดับมาก ส่วนความคิดเห็นต่อการเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็ค ทำให้เกิดความเบื่อหน่าย และไม่ยอมให้ถึงชั่วโมงที่ต้องเรียนด้วยโปรแกรมนี้ นักเรียนมีความเห็นว่าไม่เห็นด้วย นั่นคือ นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นต่อประเด็นเกี่ยวกับความทันสมัยและความน่าสนใจในทิศทางบวก

2. ประเด็นที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ในเรื่องการเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็คเป็นสื่อการสอนนั้นทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบมากขึ้น สามารถเรียนรู้เนื้อหาความสนใจ ช่วยประหยัดเวลาในการเรียนรู้ และทำให้ทราบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ทันที นักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยในระดับมาก ส่วนการเรียนโดยโปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแพ็คเป็นวิธีที่ยุ่งยากซับซ้อน และการไม่มีทักษะด้านคอมพิวเตอร์จึงเรียนโปรแกรมนี้ด้วยความยากลำบาก นักเรียนเห็นด้วยในระดับปานกลาง จึงสรุปว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นเชิงบวกต่อประเด็นที่เอื้อต่อการเรียนรู้

3. ประเด็นผลที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยการใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแอนด์แพ็คเป็นสื่อการสอนนั้นนักเรียนเห็นด้วยในระดับมากในเรื่องนักเรียนสามารถเข้าใจวัตถุประสงค์ของเนื้อหาแต่ละบทเรียน เข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นเป็นไปตามลำดับจากง่ายไปยาก การเลือกศึกษาเนื้อหาทำได้สะดวก รวดเร็ว ส่วนการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแอนด์แพ็ค ทำให้นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นไม่เป็น ขาดปฏิสัมพันธ์กับคนรอบข้างนั้น นักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยในระดับน้อย แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นเชิงบวกต่อประเด็นผลที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแอนด์แพ็คเป็นสื่อการสอนวิชาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 4.12 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแอนด์แพ็ค

ความคิดเห็นต่อการเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแอนด์แพ็ค	จำนวนผู้ให้ข้อมูล (18 คน)
ชอบเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแอนด์แพ็ค เพราะ	(15)
- สามารถหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้รวดเร็ว	11
- เข้าใจง่ายในการเรียนรู้ การคิดคำนวณและแก้โจทย์ปัญหา	5
- ได้เรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เกี่ยวกับเทคโนโลยีการคำนวณ	3
- ทำให้สามารถคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ	2
- ได้เชื่อมโยงความรู้หลายๆ รูปแบบ	1
- ทำให้การคิด และการคำนวณเป็นลำดับขั้นตอนมากขึ้น	1
- ทำให้เกิดความมั่นใจยิ่งขึ้น	1
ไม่ชอบเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตแอนด์แพ็ค เพราะ	(3)
- สอนเร็ว ตามไม่ทัน	2
- ไม่รู้ขั้นตอน จึงทำให้เรียนไม่รู้เรื่อง	1

หมายเหตุ : จำนวนผู้ให้ข้อมูลนับซ้ำ

จากตารางที่ 4.12 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโออร์เมเตอร์สเก็ตแพ็ค ส่วนใหญ่ จำนวน 15 คน ระบุว่าชอบเรียนโดยใช้โปรแกรมนี้เพราะสามารถหาคำตอบได้รวดเร็ว 11 คน เข้าใจได้ง่ายในการคิดคำนวณ และแก้โจทย์ปัญหา 5 คน ได้เรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เกี่ยวกับเทคโนโลยีการคำนวณ 3 คน นอกจากนี้ยังระบุว่า ทำให้การคิดคำนวณถูกต้องแม่นยำ ได้เชื่อมโยงความรู้หลายรูปแบบและทำให้การคิดและการคำนวณเป็นลำดับขั้นตอนมากขึ้น ตลอดจนทำให้เกิดความมั่นใจยิ่งขึ้น

สำหรับนักเรียนที่ระบุว่าไม่ชอบเรียนโดยใช้โปรแกรมจีโออร์เมเตอร์สเก็ตแพ็ค มีจำนวน 3 ราย เพราะไม่มีพื้นฐานที่ดี จึงทำให้ตามไม่ทัน และจากการที่ครูสอนเร็วอีกด้วย