

การพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์
มโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

ปริญญานิพนธ์
ของ
นวลศรี ชำนาญกิจ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาคุษฎีบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2544
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิต
สำหรับนักศึกษาครู

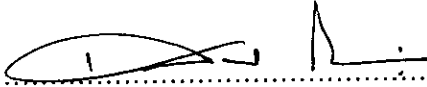
ของ

นางนวลศรี ชำนาญกิจ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุขุภับัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา

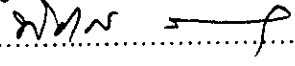
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

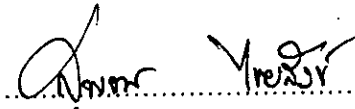
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

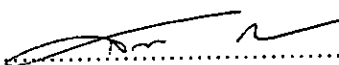
(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

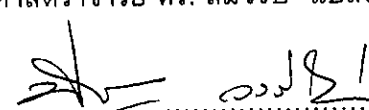
วันที่.....๙.....เดือน.....พฤษภาคม.....พ.ศ. 2544

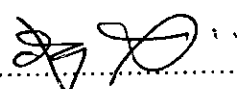
คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชากร แปลงประสพโชค)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ ไชยสังข์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมวงษ์ แปลงประสพโชค)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิยวดี วงษ์ใหญ่)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่ง เจนจิต)

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับทุนอุดหนุน
จาก
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประกาศคุณูปการ

ขอน้อมรำลึกถึงพระคุณ ครู อาจารย์ บิดา มารดา และพี่ ๆ ทุกคน ที่ให้วิชาความรู้ ตลอดจนให้การอบรม จนทำให้ผู้วิจัยมีความรู้ มีความอดทน มีความเพียร จนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณหลายท่าน ดังนี้

รองศาสตราจารย์ ดร. พิชากร แปลงประสพโชค ได้กรุณาเป็นประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ท่านได้มอบเอกสาร ให้คำแนะนำ ซึ่งแนวทางในการศึกษาค้นคว้า และ เสียสละเวลาในการตรวจอ่านปริญญานิพนธ์อย่างละเอียดและให้คำแนะนำในการแก้ไขและปรับปรุง ตลอดจนได้ให้กำลังใจในยามที่ผู้วิจัยเกิดความท้อใจ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมวงษ์ แปลงประสพโชค ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ ไชยสังข์ โดยรับเป็นกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ ตลอดจนได้เสียสละเวลาในการอ่านปริญญานิพนธ์และให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข ด้วยความเสียสละเวลาอันมีค่าของทั้งสามท่านที่กล่าวนามมา ทำให้ผู้วิจัยสามารถทำปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการบริหารหลักสูตรคณิตศาสตร์ศึกษาทุกท่าน ที่ช่วยกรุณาให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับตัวแบบจนได้ตัวแบบฉบับร่างที่มีความเป็นไปได้ในการสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ ดร. ณวิวรรณ เศวตมัลย์ รองศาสตราจารย์ ดร. สาคร บุญดาว รองศาสตราจารย์ อุษาวดี จันทรสนธิ รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา เนาว์เย็นผล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพร แผลงภู ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรวรรณ ณรงค์ศรีศักดิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. रेखा อรัญวงศ์ อาจารย์ ดร. สมเดช บุญประจักษ์ อาจารย์วิทยา วาจาบัณฑิตย์ อาจารย์ยงยุทธ ยรรยงเมธ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัญญัติ ชำนาญกิจ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

ถ้าผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากทุกท่านที่กล่าวนามมานี้ คงไม่สามารถสร้างเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยได้ตามกำหนดเวลา จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ปิยวดี วงษ์ใหญ่ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่งเจนจิต เป็นอย่างสูง ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าเป็นกรรมการสอบเพิ่มเติม ตลอดจนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

ผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์ที่สำคัญ ได้แก่ ผู้อำนวยการ คณะครูอาจารย์โรงเรียนเหล่านี้คือ โรงเรียนวัดท่าทอง โรงเรียนวัดท่าซุด(เจริญศิลป์) โรงเรียนสาธิตสถาบันราชภัฏนครสวรรค์ โรงเรียนหนองฉางวิทยา โรงเรียนบ้านทุ่งนาวิทยา ที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือเรื่องสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการทดลอง สอนภาคสนามของนักศึกษาครู และขอขอบคุณคณาจารย์ที่มีรายชื่อต่อไปนี้ที่ทำหน้าที่เป็นอาจารย์พี่เลี้ยงในคณะประเมินเพื่อประเมินความสามารถด้านการสอนของนักศึกษาครู ได้แก่ อาจารย์ วรณิ ศรีรูป อาจารย์ สุธรรม เหลืองอร่ามวงศ์ อาจารย์ สุภัทรา โชติกะคาม อาจารย์ จันเพ็ญ คำชัย อาจารย์ เรณู ศรีวัฒนพงศ์ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนดังกล่าวนามมาข้างต้นเป็นอย่างมากที่ตั้งใจเรียนระหว่างการทดลองสอนภาคสนามเป็นอย่างดีและ ขอขอบคุณ คุณ ประชญา เห็นสุข ที่ได้อนุเคราะห์เป็นผู้ช่วยพานพาหนะในการนำนักศึกษาครูออกทดลองสอนภาคสนามในครั้งนี้ และที่ลืมไม่ได้ก็คือ นักศึกษาครูโปรแกรม คณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543 สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ ที่ตั้งใจเรียนและตั้งใจสอนนักเรียนเป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ผู้ที่ช่วยให้ผู้วิจัยมีความอดทน เพียรพยายามจนสำเร็จลุล่วง ได้นั้นผู้ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จคือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัญญัติ ชำนาญกิจ ที่คอยให้กำลังใจตลอดเวลาที่ทำปริญญานิพนธ์ และให้ความช่วยเหลืองานด้านการพิมพ์ การติดต่อประสานงานกับโรงเรียนและงานอื่น ๆ ที่ช่วยทำให้ผู้วิจัยสามารถทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และ ขอขอบใจ ด.ช. ชานนท์ ชำนาญกิจ บุตรชาย ที่ประพฤติปฏิบัติตนเป็นลูกที่ดี ทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจในการศึกษาเล่าเรียนจนสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้จนเป็นผลสำเร็จ

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ให้ความอนุเคราะห์ท่านอื่น ๆ ที่ผู้วิจัยไม่สามารถเอ่ยนามได้หมด มา ณ ที่นี้ ไม่ว่าจะเป็น ญาติ พี่ น้อง และขอขอบคุณ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่กำลังศึกษาระดับปริญญาโท วิชาเอกคณิตศาสตร์และปริญญาเอก สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่คอยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในระหว่างสอบปริญญานิพนธ์

ถ้าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้พอจะเป็นประโยชน์ทางการศึกษาในโอกาสต่อไป ผู้วิจัยขอขอบคุณความดี ทั้งหมดให้ผู้มีพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา

นวลศรี ชำนาญกิจ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	5
เนื้อหา	5
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	5
ตัวแปรของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
สมมุติฐานของการวิจัย	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
แนวคิดเกี่ยวกับภาพลักษณ์โน้ตชน	9
ความหมายและความสำคัญของภาพลักษณ์โน้ตชน	9
ตัวแบบของมโนทัศน์ทางเรขาคณิต	11
งานวิจัยเพื่อค้นหาภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อน	14
การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	18
แนวคิดเกี่ยวกับตัวแบบการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต	21
การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	21
งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต	27
ตัวแบบของ แวน ฮี ลี เกี่ยวกับระดับการคิดและพฤติกรรมในแต่ละระดับ	31
แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต	31
แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอน	33
แนวคิดทั่วไปเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอน	33
แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอนวิชาคณิตศาสตร์	34
การประเมินสมรรถภาพการสอน	37
กิจกรรมส่งเสริมความสามารถด้านวิชาการ	38
แนวคิดผู้วิจัยในการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต	39
3 วิธีดำเนินการวิจัย	42
การสำรวจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของ ครู นักเรียนและนักศึกษาครู	44
การศึกษาเอกสาร รายงานการวิจัย วารสาร หนังสือ และตำราที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางเรขาคณิต	44
การคัดเลือกเนื้อหาเรขาคณิตที่นำมาใช้ในการวิจัย	44

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3 (ต่อ)	การสร้างแบบสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู นักเรียน และครู	44
	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการสำรวจมโนทัศน์ทางเรขาคณิต	45
	การสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน	46
	การวิเคราะห์ภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน	46
	การสร้างตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตสำหรับ	
	นักศึกษาครู	46
	การสรุปกรอบความคิดในการพัฒนาตัวแบบ	46
	การสร้างตัวแบบฉบับร่าง	46
	การนำตัวแบบฉบับร่างให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเป็นไปได้	47
	การปรับปรุงตัวแบบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	47
	การทดลองใช้ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตสำหรับ	
	นักศึกษาครู	49
	การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง	49
	การสร้างเครื่องมือในการวิจัย	50
	การพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผล	51
	การดำเนินการทดลองใช้ตัวแบบ	55
	การหาประสิทธิภาพของตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทาง	
	เรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู	62
	การกำหนดแผนแบบการทดลอง	62
	การเลือกใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล	63
	การคำนวณหาประสิทธิภาพของตัวแบบ	64
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	66
	ผลการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนสำหรับนักศึกษาครู ..	66
	ผลการพัฒนาตัวแบบฉบับร่าง	66
	ผลการพัฒนาตัวแบบฉบับปรับปรุง	70
	ผลการพัฒนาตัวแบบฉบับสมบูรณ์	72
	ผลการพัฒนาเครื่องมือที่เป็นตัวจัดกระทำ	75
	ผลการวิเคราะห์เครื่องมือในการวัดและประเมินผล	76
	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตัวแบบ	78
	ผลการวิเคราะห์ภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเรื่องความเท่ากัน	
	ทุกประการและพื้นที่ ของนักศึกษาครู	79
	ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิตเรื่อง	
	ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ของนักศึกษาครู	89

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ผลการวัดความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครู	92
ผลการวิเคราะห์ความสามารถทางวิชาชีพครู	92
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมและแผนการสอนที่นักศึกษาครูออกแบบ	96
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	98
ความมุ่งหมายของการวิจัย	98
วิธีดำเนินการวิจัย	98
การสำรวจปัญหาและข้อมูลพื้นฐาน	98
การสร้างตัวแบบฉบับร่าง	98
การหาประสิทธิภาพของตัวแบบ	98
การปรับปรุงตัวแบบ	99
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	99
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	99
สมมุติฐานของการวิจัย	100
สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า	100
อภิปรายผล	101
ข้อเสนอแนะ	104
บรรณานุกรม	107
ภาคผนวก	123
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์นิเทศ และอาจารย์พี่เลี้ยง	124
ภาคผนวก ข เครื่องมือในการวิจัย	128
แบบประเมินตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต	129
สำหรับนักศึกษาครู	
ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับ	
นักศึกษาครู(ฉบับร่าง)	130
ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	
ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับ	
นักศึกษาครู (ฉบับปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ)	136
ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับ	
นักศึกษาครู(ฉบับสมบูรณ์)	141
ภาคผนวก ค เครื่องมือในการวิจัย	147
แบบสำรวจในขั้นการเตรียมข้อมูลของผู้วิจัย	148
แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์พื้นฐานทางเรขาคณิต ชุดที่ 1 และชุดที่ 2	148
แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์เรื่อง ความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน และ มุม-ด้าน-มุม	175

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
แบบสำรวจภาพลักษณ์โน้ตศัณย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3	178
แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตศัณย์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู	184
แบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์	197
แบบทดสอบวัดความรู้เรื่อง หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ...	224
แบบประเมินการเตรียมการสอน	231
แบบประเมินการดำเนินการสอน	234
แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตศัณย์ทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน	237
ภาคผนวก ง คุณภาพเครื่องมือ	247
ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตศัณย์ทางเรขาคณิตสำหรับ นักศึกษาครู	248
ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์	249
ผลการหาคุณภาพของทดสอบภาพลักษณ์โน้ตศัณย์ทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน	250
ผลการหาคุณภาพของ แบบทดสอบวัดความรู้เรื่อง หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น	264
ผลการหาคุณภาพของของแบบประเมินการเตรียมการสอน	266
ผลการหาคุณภาพของแบบประเมินการดำเนินการสอน	269
ภาคผนวก จ	272
ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตศัณย์ทางเรขาคณิตของ นักศึกษาครู นักเรียน และครู	272
ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตศัณย์ทางเรขาคณิตของครูผู้สอน ระดับ ม.ต้น	286
ภาคผนวก ฉ เครื่องมือในการจัดกระทำ	294
เอกสารความรู้พื้นฐานสำหรับนักศึกษาครู	295
การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	296
ภาพลักษณ์โน้ตศัณย์ทางเรขาคณิต	311
ตัวแบบของแวน ฮีลี	325
ปัญหาสำหรับให้นักศึกษาครูแก้และพิสูจน์	343
ผลการสำรวจของผู้สอนเกี่ยวกับภาพลักษณ์โน้ตศัณย์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน ของ นักเรียน นักศึกษาครูและครู สำหรับให้นักศึกษาครู วิเคราะห์สาเหตุ เรียงลำดับความ คลาดเคลื่อนและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข	345
ภาคผนวก ช	354
ผลการที่นักศึกษาครูวิเคราะห์ได้จากการทำกิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์โน้ตศัณย์	355
ผลการสำรวจภาพลักษณ์โน้ตศัณย์ทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3 สำรวจโดยนักศึกษาครู	359

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ ภาคผนวก (ต่อ)	หน้า
ภาคผนวก ช ผลการทดสอบนักศึกษาครู	369
ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู	370
ผลการทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ของนักศึกษาครู	409
ผลการวัดความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครู	410
ผลการวัดความรู้เรื่องหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู	411
ผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครู	412
ผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู	423
ภาคผนวก ฉ ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียน	
กลุ่มตัวอย่างในการทดลองภาคสนามของนักศึกษาครู	435
ภาคผนวก ญ แผนการสอน รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	455
บทที่ 3 ความเท่ากันทุกประการ	456
บทที่ 6 พื้นที่	488
ประวัติย่อผู้วิจัย	512

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต	46
2	จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองสอนภาคสนาม	49
3	แผนการดำเนินการทดลองใช้ตัวแบบ	56
4	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	69
5	ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงตัวแบบของผู้เชี่ยวชาญ	70
6	การปรับปรุงรายละเอียดหลักของตัวแบบ.....	72
7	เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ	78
8	เนื้อหา กำหนดเวลาในการดำเนินการทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครูแต่ละกลุ่ม	79
9	คะแนน ร้อยละของคะแนน และจำนวนนักศึกษาครู จากการทดสอบก่อนเรียน	80
10	ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของ รูปสามเหลี่ยมของนักศึกษาครูจากการทดสอบก่อนเรียน	81
11	ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต เรื่อง พื้นที่ ของนักศึกษาครู จาก การทดสอบก่อนเรียน	84
12	ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของ รูปสามเหลี่ยมของนักศึกษาครูจากการทดสอบหลังเรียน	86
13	ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต เรื่องพื้นที่ ของนักศึกษาครู จาก การทดสอบหลังเรียน.....	88
14	จำนวนนักศึกษาครูที่มีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน	88
15	จำนวนนักศึกษาครูและคะแนนคิดเป็นร้อยละจากการทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์	89
16	ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครู จากการทดสอบ การพิสูจน์ทางเรขาคณิตด้วยแบบทดสอบอัตนัย.....	90
17	จำนวนนักศึกษาครูที่สอบผ่านเกณฑ์การทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	92
18	จำนวนนักศึกษาครู คะแนนและค่าร้อยละของคะแนน จากการทดสอบความรู้ เรื่องหลักสูตรและ วิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	93
19	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถ ด้านการเตรียมการสอน รวมทุกกลุ่ม	94
20	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน	95
21	จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนจากการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต ก่อนเรียน และหลังเรียนตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม	96
22	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบภาพลักษณ์ โน้ตชนทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู	248
23	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบการแก้ปัญหา และการพิสูจน์	249

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
24 คำสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น คำอำนาจจำแนก คำความยากง่าย ของแบบทดสอบภาพลักษณ์ มโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน	250
25 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบความรู้ ด้านหลักสูตรและวิธีสอน	264
26 ผลการทดสอบภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู นักเรียนและครู.....	273
27 ผลการทดสอบภาพลักษณ์มโนทัศน์เรื่องความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน และ มุม-ด้าน-มุม	286
28 ผลการสำรวจ 1 ตัวอย่างภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนและจำนวน กลุ่มตัวอย่าง	345
29 ผลการสำรวจ 2 ผลการทดสอบภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง ความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้านและ มุม-ด้าน-มุม.....	347
30 การวิเคราะห์หาสาเหตุจากการผลสำรวจ 1	355
31 การวิเคราะห์หาสาเหตุจากการผลสำรวจ 2	357
32 ผลการทดสอบภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3 เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ	359
33 ผลการทดสอบภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3 เรื่อง พื้นที่.....	364
34 ผลการทดสอบภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู	370
35 สรุปผลการทดสอบผลการทดสอบภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครูเรียงตาม ลำดับความคลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย	371
36 จำนวนนักศึกษาครูที่มีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ จาก การทดสอบก่อนและหลังเรียน	372
37 ผลการทดสอบผลการทดสอบภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครูเรียงตามลำดับ ความคลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย	395
38 จำนวนนักศึกษาครูที่มีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนก่อนและหลังเรียน เรื่อง พื้นที่ เรียงตามลำดับความคลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย	396
39 ผลการทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ของนักศึกษาครู	409
40 ผลการทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครูก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักศึกษาครู	410
41 ผลการทดสอบความรู้เรื่องหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของนักศึกษาครู	411
42 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของ นักศึกษาครูกลุ่มที่ 1	412
43 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของ นักศึกษาครูกลุ่มที่ 2	413

บัญชีตาราง (ต่อ)

[illegible]

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
60 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน ของนักศึกษาครูกลุ่มที่ 8	430
61 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน ของนักศึกษาครูกลุ่มที่ 9	431
62 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน ของนักศึกษาครูกลุ่มที่ 10	432
63 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน ของนักศึกษาครูรวมทุกกลุ่ม	433
64 คะแนน ร้อยละของคะแนน ความสามารถด้าน"การเตรียมการสอน" และ ด้าน "การดำเนินการสอน"	434
65 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดท่าซุด (เจริญศิลป์)	436
66 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนวัดท่าทอง	437
67 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนวัดท่าทอง	439
68 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนบ้านทุ่งนาวิทยา	440
69 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนบ้านทุ่งนาวิทยา	442
70 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 โรงเรียนบ้านทุ่งนาวิทยา	444
71 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนหนองฉางวิทยา	446
72 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 โรงเรียนหนองฉางวิทยา	448
73 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/8 โรงเรียนหนองฉางวิทยา	450
74 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 และ 2/3 คณะกัน โรงเรียนหนองฉางวิทยา	452
75 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป จากการทดสอบภาพลักษณ์ มโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ และ พื้นที่	454

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทนิยามมโนทัศน์และภาพลักษณ์มโนทัศน์	12
2 การเกิดภาพลักษณ์มโนทัศน์ผ่านการให้บทนิยามมโนทัศน์	12
3 การตอบโดยใช้บทนิยามมโนทัศน์ก่อนเป็นอันดับแรก แล้วทำความเข้าใจกับภาพลักษณ์ มโนทัศน์ก่อนตอบ	12
4 การใช้บทนิยามมโนทัศน์ตอบโดยไม่ผ่านภาพลักษณ์มโนทัศน์	13
5 การตอบโดยผ่านภาพลักษณ์มโนทัศน์ก่อน แต่ตอบด้วยบทนิยามมโนทัศน์	
6 การตอบโดยอาศัยภาพลักษณ์มโนทัศน์	13
7 มโนทัศน์เกี่ยวกับมุม	14
8 รูปสามเหลี่ยมมุมป้าน	15
9 การลากเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยมของกลุ่มตัวอย่าง	15
10 รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	15
11 รูปปริเทน	16
12 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องมุมป้าน	16
13 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องมุมฉาก	16
14 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องมุม	17
15 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องขนาดของมุม	17
16 แผนภาพต้นไม้แสดงการแจกแจงของ มูฟ	24
17 แบบฝึกหัด "The trianquad"	27
18 รูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ในกิจกรรมการลากส่วนสูง	29
19 แผนภาพของเวเน่ แสดงความสัมพันธ์มโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยม	30
22 แผนแบบการทดลอง	62
23 ตัวแบบฉบับร่าง	67
24 ตัวแบบปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	71
25 กระบวนการของตัวแบบฉบับสมบูรณ์	73
26 ตัวแบบปรับปรุงฉบับสมบูรณ์	74

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

เรขาคณิตเป็นพื้นฐานเสริมในการเรียนคณิตศาสตร์แขนงอื่นได้แก่ พีชคณิต ตรีโกณมิติ แคลคูลัส และเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาอื่น ได้แก่ ฟิสิกส์ ศิลปะ ดาราศาสตร์ เคมี (โครงสร้างอะตอมและโมเลกุล) ชีววิทยา (โครงสร้างของเซลล์) ธรณีวิทยา (โครงสร้างของเปลือก) และยังเป็นทักษะที่มีความสำคัญในการเรียนสาขา สถาปัตยกรรมและการออกแบบ วิศวกรรม และสาขาอื่น ๆ ที่ต้องเกี่ยวข้องกับงานเชิงโครงสร้าง (Sherard III. 1981 : 20) เรขาคณิตช่วยพัฒนาความสามารถด้านการคิดเชิงตรรกศาสตร์ การคิดเชิงมิติสัมพันธ์ และช่วยในการอ่าน การตีความและการอ้างเหตุผล (Suydam. 1985 : 481) เรขาคณิตช่วยให้มีความเข้าใจและซาบซึ้งในสิ่งที่อยู่รอบตัว (Sherard III. 1981 : 21) แต่โดยทั่วไปกลับปรากฏว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตอยู่ในระดับต่ำ โดยที่นักเรียนเกรด 10 ที่เรียนเรขาคณิตแล้วได้รับผลการเรียน ระดับ ซี (C) ดี (D) และเอฟ (F) มีประมาณร้อยละ 70 ทำให้นักเรียนเหล่านี้ไม่สามารถเรียนพีชคณิตและตรีโกณมิติต่อไปได้ จึงเป็นไปได้ที่นักเรียนที่เรียนโปรแกรมระดับอุดมศึกษาประมาณ 85 % จะประสบความสำเร็จในการเรียนสาขาวิชาต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ระดับสูงเป็นพื้นฐาน สาเหตุประการหนึ่งมาจากหลักสูตรเรขาคณิตแต่เดิมไม่ได้มีการเตรียมนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอย่างเป็นระบบเพื่อเรียนเรขาคณิตต่อในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและไม่ได้เน้นระดับการคิดของ แวน ฮีลี มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรขาคณิต (Thomas. 1991 : 38) สาเหตุอีกประการหนึ่งมาจากนักเรียนมีภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยในต่างประเทศที่พบว่า นักศึกษาครู ครู และนักเรียนบางคนมีภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนคล้ายคลึงกัน (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 222 ; citing Hershkowitz & Vinner. 1981) และจากการสำรวจนักร้องในประเทศไทยของผู้วิจัยพบว่า ครู นักศึกษาครู และนักเรียนบางคนมีภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนคล้ายคลึงกัน เช่นเดียวกับที่สำรวจพบในต่างประเทศ

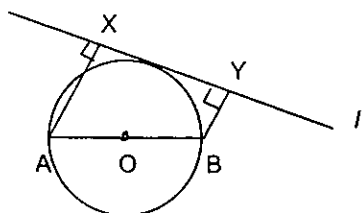
ภาพลักษณ์โมโนทัศน์ (Concept image) เป็นโมโนทัศน์ทางเรขาคณิตชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญในการเรียนรู้โมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ภาพลักษณ์โมโนทัศน์ ประกอบด้วย ภาพในใจ สมบัติ และสัญลักษณ์ของโมโนทัศน์นั้น ภาพลักษณ์โมโนทัศน์จะมีความคงทนกว่าบทนิยามโมโนทัศน์ (Concept definition) ถึงแม้เวลาจะผ่านไป ถ้าได้รับการกระตุ้นก็จะสามารถระลึกได้ (Vinner. 1983 : 293) โดยที่ภาพในใจมีความหมายมากกว่าภาพที่มองเห็นได้ด้วยตา เพราะเมื่อต้องการใช้จะสามารถสร้างภาพขึ้นมาได้และสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ของโมโนทัศน์นั้น ยิ่งกว่านั้นสมบัติของโมโนทัศน์จะช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ภายในโมโนทัศน์และความสัมพันธ์ระหว่างโมโนทัศน์ ส่วนสัญลักษณ์ของโมโนทัศน์ทางเรขาคณิตมีความชัดเจนสามารถสื่อความหมายได้ทันที ถ้านักเรียนมีภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตซึ่งลึกซึ้ง มีความประทับใจ มีโครงสร้างการรับรู้ในเรื่องนั้น ๆ ที่เอื้อต่อการศึกษาปัญหา จะทำให้มองเห็นสภาพปัญหาและช่องทางต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาโดยดึงข้อมูลมาใช้ได้อย่างเหมาะสม

การมีภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนจะส่งผลต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต เป็นต้นว่าพิจารณารูปได้ไม่ถูกต้อง (Hasegawa. 1997 : 158) เขียนรูปผิดแล้วก็กักตามรูป (พิชารกแปลงประสพโชค. 2518 : 3) เขียนรูปตามความคุ้นเคยหรือเข้าข้างตนเอง (สุลีพร สุภธีระ. 2533 : 9) แล้วนำมาใช้ในการพิสูจน์ ถ้ามีความคลาดเคลื่อนมากอาจจะไม่สามารถเขียนรูปได้ นอกจากนี้อาจจะมองไม่เห็นแนวทางในการพิสูจน์หรือพิสูจน์ได้ไม่ครอบคลุมทุกกรณี ซึ่งจะเห็นได้จากตัวอย่างบางตัวอย่าง ดังนี้

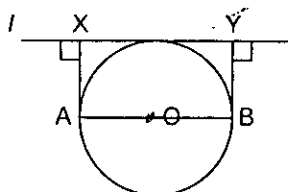
ตัวอย่าง 1 ผลการทดสอบเพื่อคัดเลือกนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเข้าอบรมตามโครงการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของ 4 หน่วยงาน ได้แก่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ประจำปี 2543 ในการสอบข้อเขียนวิชาเรขาคณิตซึ่งโจทย์เป็นดังนี้

l เป็นเส้นสัมผัสของวงกลมที่มี $\overline{AB}$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง ลาก $\overline{AX}$ และ $\overline{BY}$ ตั้งฉากกับ l ที่จุด X และ Y ตามลำดับ จงพิสูจน์ว่า $AB = AX + BY$

โดยปกติเราจะเขียนรูปที่เป็นกรณีทั่วไปซึ่งเส้น l ควรเอียง เพื่อว่าจะไม่หลงไปใช้กรณีเฉพาะตัวอย่าง เช่น



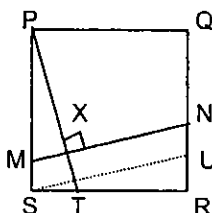
จากการตรวจสอบวิธีทำโจทย์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนเกินครึ่งพิสูจน์ไม่ได้ ที่น่าแปลกใจคือ นักเรียนที่ถือว่าเป็นนักเรียนเก่งของแต่ละโรงเรียนจำนวนมากกว่า 130 คน จากนักเรียนประมาณ 900 คน จะเขียนรูปดังนี้



คือใช้ $\overline{AX}$, $\overline{BY}$ เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่ A และ B ยิ่งไปกว่านั้นยังให้ l ขนานกับ $\overline{AB}$ อีกด้วย ที่เป็นเช่นนี้สาเหตุหนึ่งน่าจะมาจากการที่นักเรียนมีภาพลักษณ์ในทัศนคติที่ไม่มั่นคงพอ โดยนึกถึงกรณีเฉพาะของรูปที่มีเส้นสัมผัสอยู่ในแนวนอนโดยไม่ได้นึกถึงกรณีทั่วไป

ตัวอย่าง 2 จากการให้นักศึกษาครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 23 คน แก้ปัญหาทางเรขาคณิต ซึ่งโจทย์เป็นดังนี้

กำหนดให้ PQRS เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจัดรูป ซึ่งมีด้านยาวด้านละ 12 เซนติเมตร T เป็นจุดอยู่บน $\overline{RS}$ ซึ่ง $ST = 5$ เซนติเมตร $\overline{MN} \perp \overline{PT}$ และตัด $\overline{PT}$ ที่ X ถ้า $MX = 4$ เซนติเมตร แล้ว $\overline{XN}$ ยาวเท่าไร



จากตัวอย่างที่ 2 พบว่าไม่มีนักศึกษาครูคนใดเลยที่สามารถแก้ปัญหาได้ นักศึกษาครูพยายามนำความรู้ที่เคยเรียนมา ได้แก่ ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส มาใช้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ บางคนรู้ว่าน่าจะใช้ความรู้เรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมแต่ไม่สามารถหารูปดังกล่าวได้ เพราะใช้ข้อมูลเฉพาะที่กำหนดให้เท่านั้น ไม่ได้สร้างรูปเพิ่มเติมเพื่อใช้แก้ปัญหา เมื่อผู้วิจัยเสนอแนะว่าคิดว่าจะสร้างรูปเพิ่มเติมหรือไม่ นักศึกษาครูบางคนพยายามลากเส้นต่าง ๆ แต่ก็ยังแก้ปัญหาไม่ได้ เมื่อผู้วิจัยลาก $SU // MN$ ดังเส้นประ แล้วให้นักศึกษาครูลองพิจารณาและแก้ปัญหาใหม่ มีนักศึกษาครูเพียงคนเดียวที่สามารถหารูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการและแก้ปัญหาได้ บางคนยังไม่สามารถหารูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการได้ เพราะรูปนี้มีลักษณะซับซ้อน นักศึกษาครูมีความรู้เกี่ยวกับสมบัติและสัญลักษณ์ของรูปนี้ แต่ไม่สามารถสร้างภาพและนำเสนอสิ่งที่เกี่ยวข้องกันที่จะต้องการนำมาใช้แก้ปัญหาได้ เป็นการมีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้แก้ปัญหาไม่ได้

ในทางตรงข้ามถ้านักเรียนหรือนักศึกษาครูมีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่มั่นคงพอ จะช่วยให้มีความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์ โดยเฉพาะการมองเห็นรูปร่างที่อยู่ในรูปที่มีลักษณะซับซ้อน นั่นคือ แม้ว่าจะไม่สามารถพิสูจน์ได้ และอาจต้องถอยการคิดไปสู่พฤติกรรมในระดับที่ต่ำกว่าตามระดับการคิดของแวน ฮีลี (ดูหน้า 31-32) ก็มีโอกาที่จะลงมาตั้งหลักในการหาข้อมูลหรือแนวทางแก้ปัญหาจากกรณีตัวอย่างรูปธรรมหลาย ๆ กรณีได้ง่าย ซึ่งเปิดช่องให้เห็นแนวทางในการพิสูจน์และแก้ปัญหามายหลาย

จากความสำคัญของภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตดังกล่าว จึงควรมีการเสริมสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่ถูกต้องให้แก่ ครู นักศึกษาครู และนักเรียน การเสริมสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์สามารถกระทำได้โดยเริ่มที่ผู้สอนเสียก่อน ถ้าผู้สอนเหล่านี้มีภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตถูกต้อง แล้วจะสามารถให้ความช่วยเหลือและป้องกันนักเรียนไม่ให้เกิดภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนได้ (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 235)

เราสามารถเสริมสร้างให้ครูหรือนักศึกษาครูมีภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่ถูกต้องได้ จากการทดลองโดยใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้นจากพื้นฐานของการสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนสำหรับครูที่ทำการสอนในระดับ 9 - 12 ของเฮิร์ชโควิทซ์ บรูกไฮเมอร์ และวินเนอร์ (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987) โดยการให้ครูได้ทำกิจกรรมในการวิเคราะห์และหาสาเหตุของภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่สำรวจพบ ปรากฏว่า สามารถแก้ภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของครูได้ นอกจากนี้จากการวิจัยทดลองของ ไดนา แวน ฮีลี (Dina van Hiele) พบว่าสามารถพัฒนาระดับการคิดทางเรขาคณิตให้ก้าวไปสู่ระดับที่สูงขึ้นจนถึงระดับ 2 การนิรนัยอย่างไม่เป็นทางการ ซึ่งเป็นระดับที่เข้าใจทฤษฎีทางเรขาคณิตได้ โดยใช้วิธีสอนอย่างเหมาะสมเป็นลำดับขั้น (Crowley. 1987 : 5 ; Fuys, Geddes & Tischler. 1988 : 7 ; Wirszip. 1976 : 79) การนำแนวคิดดังกล่าวนี้มาจัดกิจกรรมอย่างผสมผสานกันน่าจะเสริมสร้างให้ครูหรือผู้สอนมีภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่ถูกต้องได้

ผู้วิจัยในฐานะเป็นอาจารย์สอนอยู่ในสถาบันราชภัฏซึ่งทำหน้าที่สอนนักศึกษาครูอยู่ เห็นว่าการสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครูเป็นสิ่งที่ควรกระทำเป็นอันดับแรก เนื่องจากการสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู สามารถทำได้ อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะนักศึกษาครูเป็นคนรุ่นใหม่ พร้อมทั้งจะรับวิทยาการใหม่ ๆ เมื่อไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูหรือสอนในโอกาสต่อไป จะมีโอกาสเผยแพร่แนวคิดนี้ไปยังครูและนักศึกษาครูด้วยกัน สมรรถภาพการสอน ในที่นี้ หมายถึง ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการและ ความสามารถทางวิชาชีพครู ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ มี 3 ส่วน ได้แก่ การมีภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่ถูกต้อง ความรู้ความสามารถ

ด้านความรู้ทางด้านเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ส่วนความสามารถทางวิชาชีพครูมี 4 ส่วน ได้แก่ ความสามารถด้านความรู้หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิต ความสามารถด้านการเตรียมการสอน ความสามารถด้านการดำเนินการสอน และความสามารถด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผู้วิจัยสนใจการใช้ตัวแบบ (Model) ที่ต้องอาศัยการจัดกิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับนักศึกษาครู เพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนโดยอิงพื้นฐานการวิจัย กระบวนการของตัวแบบเริ่มต้นจากการที่ผู้สอนทำการสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู ครู และนักเรียน เป็นอันดับแรก ถัดจากนั้นศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัย เพื่อเป็นข้อมูลให้นักศึกษาครูได้ศึกษาและวินิจฉัยหาสาเหตุและผลเสียของการมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การระดมสมองหาวิธีป้องกันและแก้ไขความคลาดเคลื่อนและการฝึกนักศึกษาครูให้สอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตโดยผ่านการออกแบบกิจกรรม ทดลองสอนและแก้ไขการสอนภายใต้การดูแลของทรัพยากรบุคคลท้องถิ่นโดยวิธีการระดมสมอง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาทำให้ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครูขึ้น และศึกษาว่าตัวแบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ได้ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครูที่มีประสิทธิภาพ อันจะก่อให้เกิดผลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ได้ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต ที่สามารถนำไปใช้ในการเตรียมนักศึกษาครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ให้มีสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต
2. สามารถแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครู รวมทั้งการระงับการเกิดภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้นอีกในอนาคต
3. ได้ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่มีประสิทธิภาพ อันสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการอบรมครูประจำการเพื่อพัฒนาสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตต่อไป
4. เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน รายวิชา พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ และเรขาคณิตเบื้องต้น สำหรับนักศึกษาครู โปรแกรมคณิตศาสตร์ โดยให้นักศึกษาครูได้รับความรู้ทางทฤษฎีและนำไปปฏิบัติในสถานการณ์จริง
5. เป็นแนวทางในการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครูในโปรแกรมวิชาเอกอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

เนื้อหา

สำหรับเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรมตามตัวแบบที่พัฒนาขึ้น มีดังนี้

1.1 เนื้อหาสำหรับกิจกรรมเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู ได้แก่ การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์มโนทัศน์ ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต การเขียนแผนการสอน

1.2 เนื้อหาที่นำมาใช้เตรียมนักศึกษาครู ซึ่งประกอบด้วย กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ กิจกรรมการวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข และการออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้ ได้แก่ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ โดยให้นักศึกษาครูมีความรู้และความเข้าใจและแสดงพฤติกรรมถึงระดับการแก้ปัญหาและการพิสูจน์

1.3 เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการด้านเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นเนื้อหาจากชุดการสอนของโกมล ไพศาล (2540) โดยเน้นเนื้อหาที่เชื่อมโยงกับความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ โดยกำหนดให้นักศึกษาครูศึกษาด้วยตนเอง

1.4 เนื้อหาด้านหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นเนื้อหาในหนังสือเรียนและคู่มือครู รายวิชา ค 101 ค 102 ค 203 ค 204 ค 031 ค 011 ค 021 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเอกสารประกอบการบรรยาย หัวข้อ เรขาคณิต ของ สมพล เล็กสกุล และ ชุติพร สุภธีระ (2538)

1.5 เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างความสามารถทางวิชาชีพครู เป็นเนื้อหาในหนังสือเรียนและคู่มือครู รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง เรื่องความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ที่จัดทำโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) เป็นเนื้อหาให้นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการสอนเพื่อเสริมสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต และทดลองสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยหาประสิทธิภาพของตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอน ภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู ซึ่งอยู่ในขั้นตอนที่ 3 การหาประสิทธิภาพของตัวแบบ ได้แก่ นักศึกษาครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ซึ่งเป็นโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาครู ผู้วิจัยเลือกนักศึกษาครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2543 จำนวน 23 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบตัวแบบ

กลุ่มตัวอย่างนักเรียนสำหรับทดลองภาคสนามของนักศึกษาครู เพื่อทดสอบความสามารถในการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู จึงต้องให้นักศึกษาครูไปทดลองสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตกับนักเรียน ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตจังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดอุทัยธานี ในปีการศึกษา 2543 ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ในพื้นที่รับผิดชอบของสถาบันราชภัฏนครสวรรค์ โดยวิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้กลุ่มตัวอย่างโรงเรียน 4 โรงเรียน และได้นักเรียน 10 ห้องเรียน ได้แก่

โรงเรียนวัดท่าทอง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาแห่งชาติ จำนวน 2 ห้องเรียน คือ ชั้น ม. 2/1 จำนวน 26 คน และ ม. 2/2 จำนวน 22 คน โรงเรียนวัดท่าซุด(เจริญศิลป์) อำเภอโกรกพระ จังหวัดนครสวรรค์ สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาแห่งชาติ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 18 คน โรงเรียนหนองฉางวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 4 ห้องเรียน คือ ม. 2/2 จำนวน 38 คน ม. 2/3 จำนวน 37 คน ม. 2/8 จำนวน 33 คน ม. 2/2 และม. 2/3 คละกัน จำนวน 32 คน โรงเรียนบ้านทุ่งนาวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 3 ห้องเรียน คือ ม. 2/1 จำนวน 33 คน, ม. 2/2 จำนวน 37 คน ม. 2/3 จำนวน 37 คน รวมกลุ่มตัวอย่างนักเรียนทั้งสิ้น 313 คน

ตัวแปรของการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระมี 1 ตัวแปร คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามตัวแบบที่พัฒนาขึ้น
2. ตัวแปรตาม มี 1 ตัวแปร ได้แก่ สมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู โดยวัดจาก
 - 2.1 ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครู
 - 2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ของนักศึกษาครู
 - 2.3 ความรู้ทางด้านเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครู
 - 2.4 ความรู้เรื่องหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครู
 - 2.5 ความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครู
 - 2.6 ความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู
 - 2.7 ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่เป็นผลจากการสอนของนักศึกษาครู

นิยามศัพท์เฉพาะ

ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์

หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์หนึ่งที่มีอยู่ในใจของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยภาพในใจ และสมบัติที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้น โดย

ภาพในใจ หมายถึง เซตของภาพทุกภาพและสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่มีอยู่ในใจของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง

สมบัติ หมายถึง คุณสมบัติของมโนทัศน์ที่แสดงความสัมพันธ์ภายในมโนทัศน์และระหว่างมโนทัศน์

สัญลักษณ์ หมายถึง สิ่งที่เป็นตัวแทนของมโนทัศน์ เช่น เครื่องหมาย คำศัพท์ รูปภาพ เป็นต้น

ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

หมายถึง การมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง หรือมีการใช้ไม่ถูกต้องอันเป็นเหตุให้สำคัญผิด ยึดสมบัติต่าง ๆ ที่ไม่ได้รับรู้ไว้

ตัวแบบ

หมายถึง กระบวนการในการสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู เริ่มจากการที่ผู้สอนศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต สืบหาปัญหาจริง นำผลการสำรวจและเอกสารค้นคว้าวิจัยมาให้นักศึกษาครูประจักษ์ในปัญหา และสำรวจปัญหาจริงระดมสมองทำงานเป็นกลุ่มเพื่อพัฒนากิจกรรมและแผนการสอน ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ประสิทธิภาพของตัวแบบ

หมายถึง ผลที่ได้จากการใช้ตัวแบบที่มีต่อสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู วัดจาก นักศึกษาครูมีความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการและทางวิชาชีพครู

สมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู

หมายถึง ความสามารถของนักศึกษาครูเกี่ยวกับการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต ได้แก่ ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ และความสามารถทางวิชาชีพครู โดย

ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ หมายถึง ความรู้ในเรื่องภาพลักษณ์โน้ตทัศน์เกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ โดยมีระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ถึงระดับการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ มีความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และไม่มีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน

ความสามารถทางวิชาชีพครู หมายถึง ความรู้ในเรื่องหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ความสามารถด้านการเตรียมการสอน วัดจากแบบประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอน และความสามารถด้านการดำเนินการสอน วัดจากแบบประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน และสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่ให้นักเรียนมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน ทั้งนี้ นักศึกษาต้องผ่านเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ (ดูรายละเอียดหน้า 76)

นักศึกษาครู

หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในสถาบันราชภัฏ สายการศึกษา โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2543

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาตัวแบบการจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ของ เอิร์ชโควิทซ์ บรูกไฮเมอร์ และวินเนอร์ พบว่า การจัดกิจกรรมโดยให้ครูได้มีประสบการณ์ในการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของ ครูหรือนักเรียน จะช่วยให้สามารถแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของตนเองให้ลดลงหรือหมดไป และช่วยป้องกันหรือแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 223-235) จากการศึกษาตัวแบบของ แวน ฮีลี และแนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิตของ ไดนา แวน ฮีลี (Crowley. 1987 ; Fuy, Geddes & Tischler : 8 citing van Hiele-Geldof. 1984b) พบว่าการคิดทางเรขาคณิตสามารถพัฒนาได้อย่างเป็นลำดับขั้น ถ้าใช้ลำดับขั้นการเรียนรู้ (Phase of learning) ที่เหมาะสมจะสามารถพัฒนาระดับการคิดของผู้เรียนจนถึงระดับ 2 การนิรนัยอย่างไม่เป็นทางการ ได้ (อ่านรายละเอียดหน้า 31 – 33) จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์ และการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ มูฟ (Cooney, Davis & Henderson. 1975 : 85-108 ; 216-222 (อ่านรายละเอียดหน้า 21 – 26) ตลอดจนแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอนที่จำเป็นสำหรับครูคณิตศาสตร์ (ยุพิน พิพิธกุล. 2531 :240-245 ; The National Council of Teachers of Mathematics. 1991 : 35-36) พบว่า ครูคณิตศาสตร์ควรมีความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ และความสามารถทางวิชาชีพครู ทำให้ได้แนวคิดในการพัฒนากิจกรรมโดยให้นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ของนักเรียนตามสภาพจริง และผลเสียของการมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเสียก่อน แล้ววิเคราะห์หาภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พร้อมทั้งค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน และช่วยกันเสนอแนวทางแก้ไข จะช่วยแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูที่มีอยู่ให้ลดน้อยลงหรือหมดไป และนักศึกษาครูสามารถช่วยแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ นอกจากนี้

การให้นักศึกษาคูได้ช่วยกันวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ ครู นักศึกษาคูและนักเรียน มีภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อน จะทำให้นักศึกษาคูมองเห็นปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนเรขาคณิตในโรงเรียนและเห็นผลดีของการมีภาพลักษณ์โน้ตชนที่ถูกต้อง และผลเสียของการมีภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อน เพื่อจะได้ตระหนักว่าภาพลักษณ์โน้ตชนเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักเรียน นักศึกษาคู และครูประจำการ สำหรับการพัฒนาสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาคู ถ้านักศึกษาคูเหล่านี้ ได้ออกแบบกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน ผ่านการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้สอนนักเรียน ประเมินกิจกรรมและแผนการสอนของตนเองโดยการระดมสมอง แล้วนำข้อบกพร่องนำมาปรับปรุงแก้ไขการเรียนการสอน จะได้กิจกรรมที่มีประสิทธิภาพสำหรับนักเรียน ทั้งนี้เป็นไปตามแนวคิดของ เฮอร์ชโควิทซ์ บรูกไฮเมอร์ และวินเนอร์ (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 235) พบว่า ถ้าผู้สอนมีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตถูกต้องแล้วจะสามารถให้ความช่วยเหลือและป้องกันนักเรียนไม่ให้เกิดภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนได้ และสอดคล้องกับพีระมิดของการเรียนรู้ ที่ว่าการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้สอนผู้อื่น และเพื่อนำความรู้ที่ได้มาใช้ประโยชน์ทันทีจะทำให้ได้รับความรู้ประมาณร้อยละ 90 (อุษณีย์ โพธิ์สุข. 2537 : 50) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยปฏิบัติการซึ่งถือการปฏิบัติงานโดยมีการเชื่อมโยงภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเข้าด้วยกัน มีการทดลองนำแนวคิดไปปฏิบัติแล้วนำผลที่ได้ไปปรับปรุงด้านหลักสูตร การสอนและการเรียนในโรงเรียน (Deakin University. 1990 : 6)

ผู้วิจัยนำแนวคิดข้างต้นมาผสมผสานในการจัดกิจกรรม เพื่อจะทำให้สามารถสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตให้แก่ นักศึกษาคูได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้นำกรอบความคิดดังกล่าวมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาคู

สมมุติฐานการวิจัย

ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาคูมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับ
นักศึกษาคู ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับภาพลักษณ์มโนทัศน์
 - 1.1 ความหมายและความสำคัญของภาพลักษณ์มโนทัศน์
 - 1.2 ตัวแบบมโนทัศน์ทางเรขาคณิต
 - 1.3 งานวิจัยเพื่อค้นหาภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
 - 1.4 การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
2. แนวคิดเกี่ยวกับตัวแบบเพื่อเสริมสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต
 - 2.1 การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาตัวแบบเพื่อเสริมสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต
 - 2.3 ตัวแบบของของแวน ฮีลี เกี่ยวกับระดับการคิด และพฤติกรรมในแต่ละระดับ
 - 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต
3. แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอน
 - 3.1 แนวคิดทั่วไปเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอน
 - 3.2 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอนวิชาคณิตศาสตร์
 - 3.3 การประเมินสมรรถภาพการสอน
 - 3.4 กิจกรรมส่งเสริมความสามารถด้านวิชาการ
4. แนวคิดผู้วิจัยในการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ทาง

เรขาคณิต

1. แนวคิดเกี่ยวกับภาพลักษณ์มโนทัศน์

1.1 ความหมายและความสำคัญของภาพลักษณ์มโนทัศน์

มโนทัศน์ทางเรขาคณิต อาจแบ่งออกได้เป็น 2 องค์ประกอบ (Vinner. 1983 : 293 ; citing Vinner. 1975 : 339) ได้แก่ ภาพลักษณ์มโนทัศน์ และบทนิยามมโนทัศน์

บทนิยามมโนทัศน์ หมายถึง คำหรือข้อความที่ใช้สำหรับให้คำจำกัดความของมโนทัศน์นั้น ๆ

เนื่องจากภาพลักษณ์มโนทัศน์เป็นศัพท์ใหม่ ซึ่งมีคำที่เกี่ยวข้องได้แก่ ภาพ ภาพในใจ จึงขอให้ความหมายของคำว่าภาพ และภาพในใจ เสียก่อน

ภาพ (Pictures) หมายถึง ตัวแทนภาพของมโนทัศน์ที่มองเห็นได้ (Visual representation) รวมทั้งสัญลักษณ์ เช่น กราฟของฟังก์ชันผกผันกับ $y = f(x)$ เป็นภาพในใจของคนบางคนเกี่ยวกับมโนทัศน์ของฟังก์ชัน เป็นต้น

ให้ C เป็น มโนทัศน์หนึ่ง และ P เป็นบุคคลคนหนึ่งจะได้ว่า ภาพในใจของบุคคล P เกี่ยวกับมโนทัศน์ C หมายถึง เซตของภาพทุกภาพที่เกี่ยวข้องกับ C ซึ่งมีอยู่ในใจของบุคคล P

นอกจากภาพในใจของมโนทัศน์แล้ว อาจจะมีเซตของสมบัติ (Properties) ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่มีอยู่ในใจของบุคคล P อีกด้วย ตัวอย่างเช่น บางคนอาจคิดว่าความสูงของรูปสามเหลี่ยมอยู่ภายในรูปสามเหลี่ยมเสมอ บางคนอาจจะคิดว่าการนิยามฟังก์ชัน จะนิยามด้วยนิพจน์ทางพีชคณิต คือ $y = f(x)$ เป็นต้น เซตของสมบัติกับภาพในใจ เรียกว่า ภาพลักษณ์มโนทัศน์

มโนทัศน์บางมโนทัศน์อาจจะประกอบด้วย ภาพลักษณ์มโนทัศน์และบทนิยามมโนทัศน์ แต่ในบางมโนทัศน์มีเพียงภาพลักษณ์มโนทัศน์เท่านั้น เช่น มโนทัศน์ คำว่า บ้าน สัม ไม่มีบทนิยามมโนทัศน์ เพราะเด็กมีมโนทัศน์ที่ชัดเจนเกี่ยวกับบ้านและสัมผัสตัวมาตั้งแต่เด็กแล้ว แต่บางมโนทัศน์จะมีทั้งสององค์ประกอบ เช่น มโนทัศน์ของป่าไม้ อาจต้องเริ่มต้นโดยการให้นิยามคำว่า ป่าไม้ หมายถึง สถานที่ที่มีต้นไม้ขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก แล้วเราก็นึกถึงภาพของสถานที่ที่มีต้นไม้ขึ้นเป็นจำนวนมาก นั่นคือ เราสร้างมโนภาพของ "ป่าไม้" ขึ้นมาซึ่งเราเรียกว่าภาพลักษณ์มโนทัศน์ของป่าไม้นั่นเอง ตัวอย่างในเรขาคณิต เช่น เราให้บทนิยามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากว่า รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก หมายถึง รูปสามเหลี่ยมที่มีมุม ๑ หนึ่งเป็นมุมฉาก ถ้าเราสามารถสร้างภาพในใจโดยไม่ต้องสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากจริง ๆ ประกอบ และมองเห็นภาพและสมบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก แสดงว่าเกิดภาพลักษณ์มโนทัศน์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากขึ้นในใจเรา

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ภาพลักษณ์มโนทัศน์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ลึกซึ้งที่มีอยู่ในใจของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยภาพ สัญลักษณ์ และสมบัติ ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้น

นอกจากการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตแล้ว ยังมีการศึกษาและวิจัยในต่างประเทศ (Benett. 1994 ; Furinghetti & Paola. 1991 ; Hart. 1992 ; Hartter. 1996, William. 1995, Vinner. 1983 ; Vinner & Dreyfus. 1989) เกี่ยวกับภาพลักษณ์มโนทัศน์อย่างกว้างขวางในสาขาคณิตศาสตร์ที่นอกเหนือจากเรขาคณิต สรุปได้ว่าการศึกษารื่องต่าง ๆ โดยไม่นำภาพลักษณ์มโนทัศน์ไปเกี่ยวข้องในการเรียนการสอนเรื่องนั้น ๆ ทำให้เกิดความยุ่งยากที่จะกำจัดภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ หลังจากนักเรียนได้รับรู้บทนิยามมโนทัศน์ที่ถูกต้องไปช่วงเวลาหนึ่ง เมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องนำความรู้นี้ไปใช้อีก ภาพลักษณ์มโนทัศน์ของนักเรียนก็จะปรากฏอีกครั้ง ซึ่งมีโอกาสอย่างมากที่จะไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ (Furinghetti & Paolo. 1991 ; Vinner. 1983) ถ้านักเรียนมีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง นักเรียนก็จะนำภาพลักษณ์มโนทัศน์ดังกล่าวมาใช้โดยไม่สนใจบทนิยามมโนทัศน์ที่ถูกต้อง เนื่องจากบทนิยามมโนทัศน์อาจจะหลงลืมได้เมื่อเวลาผ่านไป แต่ภาพลักษณ์มโนทัศน์เป็นมโนทัศน์ที่คงทนกว่าและติดตัวนักเรียน จึงระลึกถึงได้ง่ายและใช้ได้ทันที (Vinner. 1983 : 293)

วินเนอร์ (Vinner. 1983 : 293 –294)ได้ให้ข้อสังเกตเกี่ยวกับมโนทัศน์ดังนี้คือ

1. ในการสร้างมโนทัศน์ คนเราต้องการสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์ ไม่ใช่บทนิยามมโนทัศน์
2. บทนิยามมโนทัศน์ อาจจะไม่คงทนหรืออาจหลงลืมได้เมื่อเวลาผ่านไป แต่ภาพลักษณ์

มโนทัศน์มีคุณลักษณะคงทนกว่า โดยที่เกือบทั้งหมดจะติดตัวตลอดเวลา แม้ว่าจะเกิดการหลงลืมก็สามารถกระตุ้นให้ระลึกถึงได้

3. บางครั้งจะมีการแนะนำมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ด้วยบทนิยามมโนทัศน์ แต่นักเรียนไม่มีภาพลักษณ์มโนทัศน์ของมโนทัศน์นี้มาก่อน ซึ่งนับว่าเป็นข้อบกพร่องหนึ่ง

จากความสำคัญของภาพลักษณ์มโนทัศน์ดังกล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยมีความเห็นว่าสาเหตุหนึ่งที่ผู้เรียนไม่สามารถทำความเข้าใจมโนทัศน์บางมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมนั้นเป็นเพราะไม่สามารถทำความเข้าใจและไม่สามารถสร้างภาพในใจของมโนทัศน์

ดังกล่าวได้ การสร้างภาพในใจสำหรับบางคนเป็นสิ่งที่ยากมาก เนื่องจากบทนิยามมโนทัศน์ของมโนทัศน์บางมโนทัศน์นั้นมีความยุ่งยาก ซับซ้อน และยากต่อการตีความ ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ สิ่งหนึ่งที่น่าจะช่วยให้เราเข้าใจได้ดีขึ้นก็คือบางมโนทัศน์อาจต้องใช้การสร้างภาพประกอบในรูปของ รูปภาพ แผนภาพ หรือ กราฟ แม้ว่าสิ่งเหล่านี้จะเป็นเพียงตัวแทนของมโนทัศน์ ไม่ใช่ตัวตนจริง ๆ ของมโนทัศน์นั้นก็ตาม แต่ก็เป็นที่มโนทัศน์ลักษณะใกล้เคียงกับมโนทัศน์นั้น เช่น แผนภาพเปรียบเสมือนกับรูปถ่ายของมโนทัศน์ที่มองมุมใดมุมหนึ่ง จึงพอจะอนุมานได้ว่าเป็นมโนทัศน์ของสิ่งนั้น เป็นที่ทราบกันดีว่าภาพมีความสำคัญมากดังคำกล่าวที่ว่า ภาพเพียงภาพเดียวสามารถแทนความหมายที่ใช้คำถึงหนึ่งพันคำ (Janvier, Girardon & Morand. 1993 : 79) นอกจากนี้ ภาพในใจยังมีความสำคัญกว่าภาพที่สามารถมองเห็นได้ การส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างภาพในใจจะส่งเสริมการคิดเชิงสัญลักษณ์ และสอดคล้องกับพัฒนาการของเพียเจต์ (Cheung Yiu Lin. 1964 : 107) การที่นักเรียนสามารถสร้างภาพในใจได้จะช่วยให้เขามีความรู้ที่มั่นคงพอในการย้ายไปสู่การคิดที่เป็นสัญลักษณ์ และเป็นสื่อช่วยให้สามารถขยายการคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการคิดที่มีสัญลักษณ์เป็นจุดมุ่งหมายหลัก การคิดเชิงสัญลักษณ์ถือเป็นการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุด อนึ่งการสร้างภาพในใจมีความสำคัญในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพราะพื้นฐานกิจกรรมทางคณิตศาสตร์มาจากภาพ (image-based) (Wheatley. 1998 : 75-76) คือสามารถใช้ภาพลักษณะมโนทัศน์แทนได้ เนื่องจากภาพลักษณะมโนทัศน์ประกอบด้วยภาพในใจ(ภาพและสัญลักษณ์) และสมบัติของมโนทัศน์ ดังนั้นการเสริมสร้างให้นักเรียนมีภาพลักษณะมโนทัศน์ที่ถูกต้องย่อมดีกว่าการให้นักเรียนเรียนรู้บทนิยามมโนทัศน์เพียงอย่างเดียว

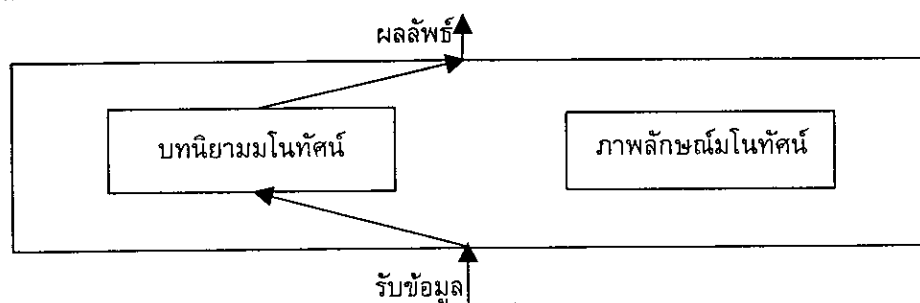
การส่งเสริมให้นักเรียนสร้างภาพในใจจะช่วยเสริมสร้างเกี่ยวกับสำนึกของจำนวน (Number sense) และ มิติสัมพันธ์ (Wheatley. 1998 : 69) มิติสัมพันธ์มีประโยชน์ในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิต และช่วยให้นักเรียนที่ไม่มีความสามารถในการใช้ถ้อยคำมีโอกาสแสดงความสามารถในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีศักยภาพอีกด้วย ส่วนสัญลักษณ์เองก็มีความสำคัญในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เช่นกันเพราะในบางสถานการณ์สามารถใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมายได้กว้างไกลและลึกซึ้งมากกว่าการใช้คำพูด สามารถใช้ในการสื่อสารให้เข้าใจกันได้โดยไม่ต้องใช้ภาษาในการสื่อความหมาย และใช้ได้ครอบคลุมเป็นสากลกว่าอีกด้วย โดยเฉพาะสัญลักษณ์ทางเรขาคณิตจะต่างไปจากจำนวนและพีชคณิต คือเห็นแล้วสามารถเข้าใจได้ในทันทีโดยไม่ต้องอาศัยสื่อกลาง (Pimm. 1995 : 57) เป็นการกำหนดภาพที่เป็นรูปธรรมสำหรับมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรม (Cheung Yiu Lin. 1979 : 107)

กล่าวโดยสรุปคือ ภาพลักษณะมโนทัศน์ซึ่งประกอบด้วยภาพในใจ และสมบัติของมโนทัศน์นั้นมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้มากกว่าบทนิยามมโนทัศน์ เพราะความรู้จะคงทนกว่า สามารถนำมาใช้ได้เมื่อต้องการ จึงสมควรที่จะเสริมสร้างภาพลักษณะมโนทัศน์ที่ถูกต้องให้ผู้เรียน

1.2 ตัวแบบของมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

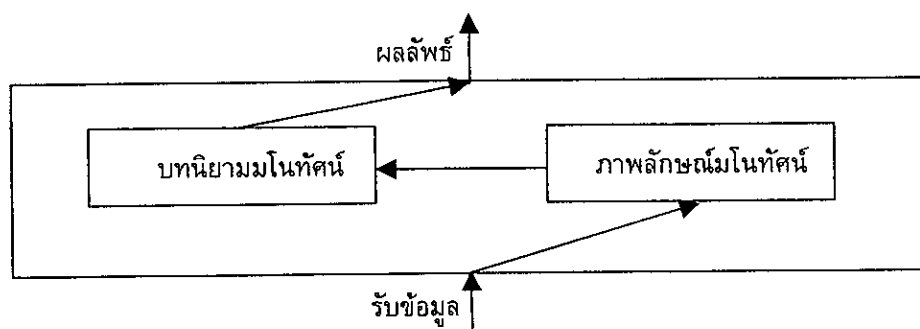
วินเนอร์ (Vinner. 1983 : 293-297) ได้กล่าวถึงตัวแบบของมโนทัศน์ทางเรขาคณิตไว้ว่า ในโครงสร้างกลไกการคิด (Cognitive structure) ประกอบด้วยเซลล์ 2 เซลล์ (ในที่นี้ไม่ใช่เซลล์ในชีววิทยา) คือ เซลล์ของบทนิยามมโนทัศน์และเซลล์ของภาพลักษณะมโนทัศน์ อาจจะมีเซลล์ ๆ หนึ่งหรือทั้งสองเซลล์ที่เป็นเซลล์ที่ว่างเปล่า (Void cell) เซลล์ทั้งสองอาจจะมีปฏิสัมพันธ์กัน ถึงแม้ว่าเซลล์ทั้งสองจะก่อตัวขึ้นมาอย่างเป็นอิสระก็ตามดังภาพประกอบ 1 ด้วยเหตุนี้ เมื่อมีภาพลักษณะมโนทัศน์เกิดขึ้นแล้วอาจมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในบทนิยามให้กว้างกว่าเดิม ด้วยประสบการณ์หลากหลายในขั้นก่อนภาพลักษณะมโนทัศน์ หลังจากนั้น เซลล์ภาพลักษณะที่ปลูกฝังไว้ จะประทับอยู่อย่างนั้น ขณะที่เซลล์บทนิยามมโนทัศน์อาจบรรจุไว้ได้ชั่วคราวหรือลืมไปได้ อย่างไรก็ตาม ทั้งสองเซลล์ยังปรากฏอยู่ในโครงสร้างการรับรู้ของนักเรียนโดยตลอด

บางครั้งนักเรียนอาจรับรู้บทนิยามมโนทัศน์ที่แสดงออกมาเป็นผลลัพธ์ ซึ่งบทนิยามมโนทัศน์นั้นซับซ้อนเกินกว่าที่จะเข้าใจ จึงไม่สามารถส่งผลให้เกิดภาพลักษณ์มโนทัศน์ขึ้นมาได้ ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 การใช้บทนิยามมโนทัศน์ตอบโดยไม่ผ่านภาพลักษณ์มโนทัศน์ (Vinner. 1983 : 295)

บางครั้งเมื่อได้รับคำถามจะเข้าไปที่ภาพลักษณ์มโนทัศน์ของนักเรียนก่อน แต่ตอบโดยใช้บทนิยามมโนทัศน์ ดังแสดงในภาพประกอบ 5

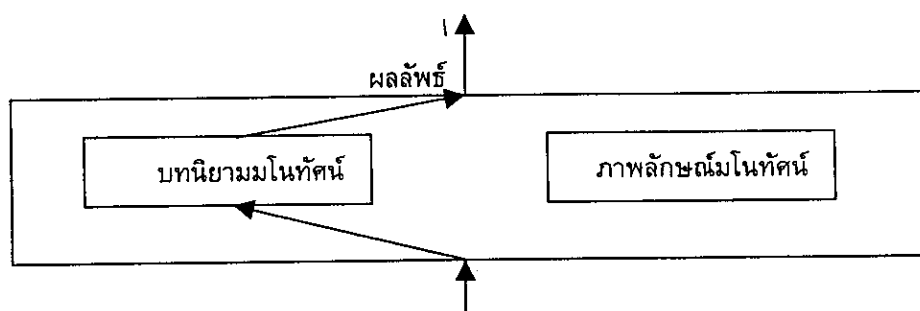


ภาพประกอบ 5 การตอบโดยผ่านภาพลักษณ์มโนทัศน์ก่อน แต่ตอบด้วยบทนิยามมโนทัศน์ (Vinner. 1983 : 296)

แต่ วินเนอร์ เห็นว่า ผลการฝึกที่ดีไม่น่าจะสะท้อนเป็นแบบใดเลยในสามแบบ ซึ่งสำหรับภาพประกอบ 5 เป็นไปไม่ได้ที่จะบังคับแนวคิดของนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นการใช้บทนิยามสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์หรือทำโจทย์ด้วยเหตุผลสองประการ คือ

1. การอธิบายหรือใช้มโนทัศน์ของคนเราต้องใช้ภาพลักษณ์มโนทัศน์ ไม่ใช่บทนิยามมโนทัศน์
2. บทนิยามมโนทัศน์ อาจจะไม่คงทน หรือหลงลืมได้เมื่อเวลาผ่านไป แต่ภาพลักษณ์มโนทัศน์

มีคุณลักษณะคงทนกว่า โดยที่เกือบทั้งหมดจะติดตัวตลอดเวลา แม้ว่าจะเกิดการหลงลืมก็สามารถกระตุ้นให้ระลึกถึงได้ ดังนั้นเมื่อมีโจทย์ให้คิด กลไกการคิดน่าจะคล้ายกับ ภาพประกอบ 6 ดังนี้



ภาพประกอบ 6 การตอบโดยอาศัยภาพลักษณ์มโนทัศน์ (Vinner. 1983 : 296)

เนื่องด้วยภาพลักษณ์โน้ตทัศน์มีความคงทน เมื่อจำเป็นต้องนำมาใช้ไม่ว่าจะเป็นการแก้ปัญหา หรือการพิสูจน์ก็ตามจะสามารถนำมาใช้ได้ทันที หรือถ้าใช้ไม่ได้ก็จะทำให้นักเรียนพอจะมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาหรือพิสูจน์ได้

จากแนวคิดของวินเนอร์เกี่ยวกับภาพลักษณ์โน้ตทัศน์นี้เอง ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครูชั้น โดยอาศัยแนวคิดที่ว่า การสอนโน้ตทัศน์นั้นควรสอนโดยมุ่งให้เกิดภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ในตอนท้ายที่สุด ดังนั้นควรให้นักศึกษาครูได้เห็นลักษณะของภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เห็นความสำคัญของภาพลักษณ์โน้ตทัศน์และผลเสียจากการมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นอันดับแรก ต่อจากนั้นจัดประสบการณ์ให้นักศึกษาครูมีสมรรถภาพการสอนเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ ทั้งนี้ลำดับขั้นตอนในตัวแบบเริ่มต้นตั้งแต่การสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ด้วยตนเองให้เห็นจริง ให้นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ของนักเรียนด้วยตนเอง และหาแนวการสอนต่าง ๆ มาใช้เป็นกิจกรรมของตัวแบบ จึงได้ศึกษาเอกสารในหัวข้อต่อไปนี้เป็นงานวิจัยเพื่อค้นหาภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และแนวการสอนโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างการสอนให้เกิดภาพลักษณ์โน้ตทัศน์จากการวิจัยและสมรรถภาพการสอน

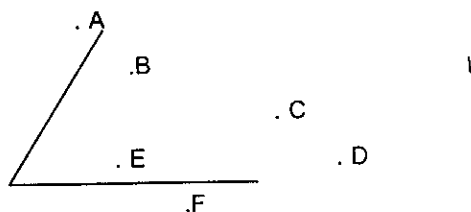
1.3 งานวิจัยเพื่อค้นหาภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

เอิร์ชโควิทซ์ และวินเนอร์ (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 ; citing Hershkowitz & Vinner. 1980) ได้สำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษา ครูประจำการ และนักศึกษาครูในประเทศอิสราเอล กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนเกรด 5-8 จำนวน 518 คน เป็นนักศึกษาครูที่จะทำการสอนในโรงเรียนประถมศึกษา จำนวน 142 คน ครูประจำการที่สอนระดับประถมศึกษา จำนวน 25 คน โดยเปรียบเทียบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ รวมทั้งตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการสร้างมโนทัศน์ของทั้งสามกลุ่มดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่า ครู นักศึกษาครูและ นักเรียนมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลักษณะเดียวกันในเรื่อง มุม ความสูงของรูปสามเหลี่ยม เส้นแวงมุมของรูปหลายเหลี่ยม และผลกระทบจากตำแหน่งของมุมฉาก เป็นต้น เอิร์ชโควิทซ์ บรูกไฮเมอร์และ วินเนอร์ ได้นำเสนอตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ได้จากการสำรวจของ เอิร์ชโควิทซ์ และ วินเนอร์ ดังตัวอย่าง 1-5 ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จากรายงานการวิจัยของ เอิร์ชโควิทซ์ และ วินเนอร์(Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 223-227 ; citing Hershkowitz & Vinner. 1980)มีดังนี้

ตัวอย่าง 1 มโนทัศน์ของมุม

ปัญหา จากรูปที่กำหนดให้ จงเขียนวงกลมล้อมรอบจุดที่อยู่ภายในมุม



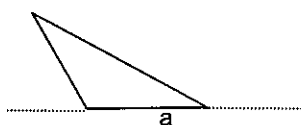
ภาพประกอบ 7 มโนทัศน์เกี่ยวกับมุม

จากการสำรวจพบว่า มีนักเรียนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งและครูมากกว่าครึ่งหนึ่งเพียงเล็กน้อยที่รับรู้มุมในลักษณะเป็น ปริมาณอนันต์ (infinite entity) (โดยมีจำนวน 25% ในเกรด 5 และ 50% ในเกรด 8 ใน

จำนวนนี้เป็นนักศึกษาครู 68% และเป็นครู 55%) ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องของมุม คือ การเขียนรูปของมุม ๆ หนึ่งบนกระดาษนั้นจะเขียนเพียงส่วนหนึ่งของมุมเท่านั้น

ตัวอย่าง 2 ความสูงของรูปสามเหลี่ยม

กำหนดรูปสามเหลี่ยมมาให้ แล้วให้กลุ่มตัวอย่างลากส่วนสูงของสามเหลี่ยม ผลปรากฏว่าครูแสดงออกมาได้ดีกว่านักเรียนเพียงเล็กน้อย ครูและนักเรียนจำนวนมากมีภาพลักษณะมโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์และไม่ถูกต้อง เช่น เมื่อให้ลากส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมมุมป้านมายังด้าน a ดังรูป

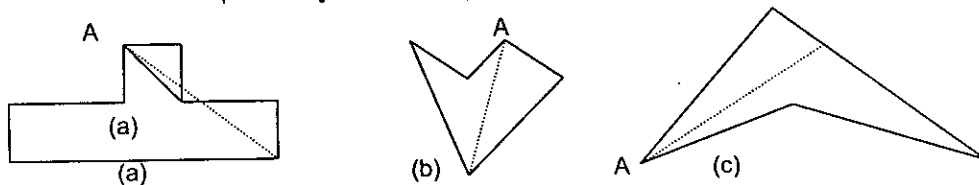


ภาพประกอบ 8 รูปสามเหลี่ยมมุมป้าน

จากตัวอย่าง 2 ปรากฏว่า บางคนลากเส้นมยฐานไปยังด้าน a แทนส่วนสูง บางคนลากเส้นแบ่งครึ่งและทำเครื่องหมายตั้งฉากกับด้าน a เพราะคิดว่าส่วนสูงอยู่ภายในรูปสามเหลี่ยมเท่านั้น และยังไม่ยอมรับแนวคิดของการมีส่วนสูงที่อยู่ภายนอกรูป (Exterior altitude)

ตัวอย่าง 3 การลากเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยม

ให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มลากเส้นทแยงมุมจากจุดยอด A ปรากฏว่า ทั้งครูและนักเรียนทำเหมือนกันโดยลากเส้นทแยงมุมภายในรูปเท่านั้นจากจุดยอด A ของรูปหลายเหลี่ยมเว้า (รูป c)

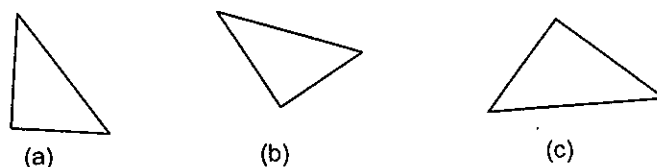


ภาพประกอบ 9 การลากเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยมของกลุ่มตัวอย่าง

จากการที่นักเรียนมีภาพลักษณะมโนทัศน์ของเส้นทแยงมุมว่าอยู่ภายในรูปเท่านั้นทำให้เกิดความสับสนเมื่อต้องลากเส้นทแยงมุมรูปหลายเหลี่ยมเว้า ทำให้เขาไม่ลากเส้นใดๆเลย (40% ของนักเรียน 12% ของครู) และบางคนก็ลากเส้นประดังภาพประกอบ 9 (53% ของนักเรียน 49% ของครู)

ตัวอย่าง 4 ผลกระทบจากตำแหน่งของรูป

กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากให้ สามรูปดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

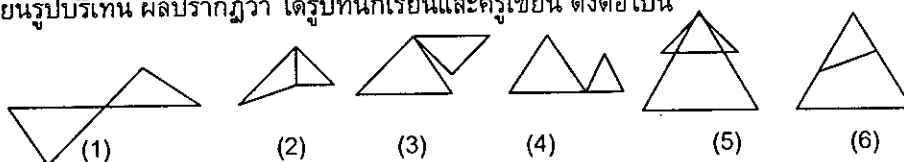
เมื่อให้ระบุว่าเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ผลปรากฏว่าจำนวนครูที่ตอบถูกต้องมีมากกว่านักเรียนเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะรูป (c) ที่มีมุมฉากอยู่ด้านบน ปรากฏว่า นักศึกษาครูตอบถูกต้อง 60% ครูประจำการตอบถูกต้อง 70% ส่วนนักเรียน เกรด 5 ตอบถูกต้อง 30% เกรด 6 ตอบถูกต้อง 35% เกรด 7

ตอบถูกต้อง 38% และ เกรด 8 ตอบถูกเพียง 22% เท่านั้น ซึ่งถ้ามองโดยภาพรวมจะพบว่า ในกรณีที่รูปสามเหลี่ยมมีมุมฉากอยู่ด้านบน ทั้งครู นักเรียน และนักศึกษาครู มีภาพลักษณ์โน้ตส์ที่คลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง

ตัวอย่าง 5 รูปปริเทน "Britain"

กิจกรรมนี้เป็นการสืบสวนบทบาทของบทนิยามที่ใช้ในการสร้างมโนทัศน์ โดยมีการแนะนำบทนิยาม ก่อนว่ารูปปริเทน หมายถึง รูปเรขาคณิตที่ประกอบด้วยสามเหลี่ยมสองรูปที่มีจุดยอดร่วมกัน

กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างจำนวนครึ่งหนึ่งระบุว่ารูปที่กำหนดให้รูปเป็นปริเทนหรือไม่ ส่วนอีกครึ่งหนึ่งให้เขียนรูปปริเทน ผลปรากฏว่า ได้รูปที่นักเรียนและครูเขียน ดังต่อไปนี้

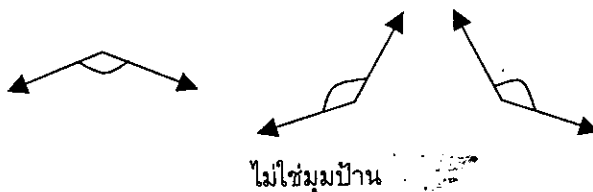


ภาพประกอบ 11 รูปปริเทน

พบว่า รูปแบบ (Pattern) ของนักเรียนกับครูคล้ายกันมากทั้งสองกิจกรรม กิจกรรมนี้เป็นการสร้างมโนทัศน์ใหม่สำหรับทุกคน ทั้งสองกลุ่มสร้างบทนิยามมโนทัศน์ได้คล้ายกับภาพลักษณ์มโนทัศน์มาก

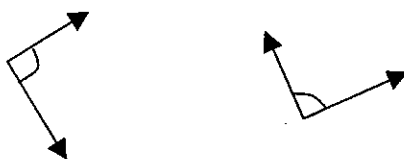
จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ทางเรขาคณิตอื่น ๆ พบตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังตัวอย่างต่อไปนี้

เรื่อง มุม พบว่านักเรียนส่วนมากคิดว่ามุมจะมีด้านประกอบมุมด้านใดด้านหนึ่งอยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้ง (upright) (Clement & Battista. 1992 : 447 ; Fuy ,Geddes & Tischler. 1988 ; Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 ; citing Vinner and Hershkowitz. 1980) ดังตัวอย่างภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง มุม ตามภาพประกอบ 12 - 15



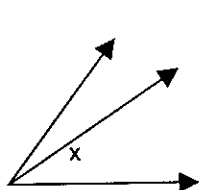
ไม่ใช่มุมป้าน

ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องมุมป้าน

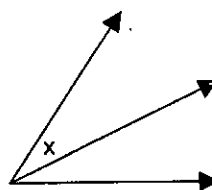


ไม่ใช่มุมฉาก

ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องมุมฉาก



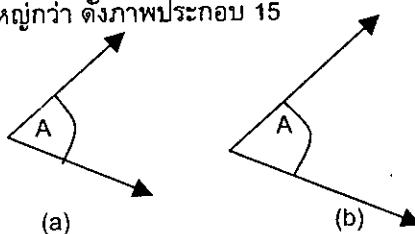
รูปที่กำกับด้วย x เป็นมุม



รูปที่กำกับด้วย x ไม่เป็นมุม

ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องมุม

นักเรียนไม่เข้าใจขนาดของมุม (Schwartz and Riedesel. 1994 : 215) ดังรูป (a) และรูป (b) นักเรียนคิดว่ามุมที่กำกับด้วย A ในรูป (b) ใหญ่กว่า มุมที่กำกับด้วย A ในรูป (a) เนื่องจากคิดว่าแขนของมุมในรูป (b) ยาวกว่าทำให้มุมมีขนาดใหญ่มากกว่า ดังภาพประกอบ 15



มุมในรูป (b) ใหญ่กว่า มุมในรูป (a)

ภาพประกอบ 15 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขนาดของมุม

เรื่อง รัศมี นักเรียนคิดว่ารัศมีสี่ลูกศรกำกับและอยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้งเท่านั้น (Charles. 1980 : 18)

เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม นักเรียนคิดว่า รูปสามเหลี่ยมมีส่วนสูงอยู่ภายในรูปเท่านั้น เมื่อให้ลากส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมมุมป้านจึงลากไม่ได้หรือลากได้ไม่ถูกต้อง (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 225) รูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตั้งขึ้นเสมอ (Clement & Battista. 1992 : 447 ; Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 225) นักเรียนคิดว่ามุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยมเป็นมุมป้าน (Clement & Battista. 1992 : 448) นักเรียนไม่สามารถแยกมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากออกจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมคางหมู รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนได้ (Clement & Battista. 1992 : 448) และไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากกับรูปสี่เหลี่ยมคางหมูได้ (Rowan. 1993 : 60) นักเรียนบางคนไม่สามารถลากเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมได้ว่า บางคนลากเส้นทแยงมุมได้ไม่ถูกต้อง (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 224)

เรื่อง รูปคล้าย เมื่อกำหนดอัตราส่วนของด้านของทรงสี่เหลี่ยมที่คล้ายกันให้ นักเรียนหาอัตราส่วนของปริมาตรของรูปคล้ายไม่ถูกต้อง เช่น อัตราส่วนของด้านของทรงสี่เหลี่ยมที่คล้ายกันเป็น 1 : 3 ได้อัตราส่วนของปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมที่คล้ายกันเป็น 1 : 9 (Ree and Barr. 1984 : 97)

เรื่อง พื้นที่ นักเรียนบอกว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านยาวด้านละ 2 หน่วยเมื่อเพิ่มความยาวเป็น 2 เท่าของด้านเดิม จะมีพื้นที่เป็น 8 ตารางหน่วย (Cooney. 1999 : 123)

สำหรับตัวอย่างของภาพลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของครูและนักศึกษาคู พบว่ามีคุณลักษณะคล้ายกับนักเรียนในเกรด 6 และ 9 คือครูเข้าใจว่า ผลบวกของมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยมมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ ด้านของรูปเรขาคณิตจะอยู่ในแนวตั้งหรือแนวนอนเท่านั้น รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน (Fuys, Geddes & Tischler. 1988 : 150) และส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมอยู่ภายในรูป

เท่านั้น (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 225) เมื่อให้ลากส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมมุมป้าน จึงลากไม่ได้หรือลากได้ไม่ถูกต้อง ครูเข้าใจว่ารูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมมีด้านอยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้ง เท่านั้น (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 225) และพบว่านักศึกษาครูไม่เข้าใจสมบัติของรูป ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของรูป (Mayberry. 1983 : 65)

จากการศึกษาของ เอิร์ชโควิทซ์ บรุคไฮเมอร์และ วินเนอร์ ดังกล่าวนมาแล้ว แสดงให้เห็นว่าระดับของความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตพื้นฐานในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาอยู่ในระดับต่ำ เอิร์ชโควิทซ์ บรุคไฮเมอร์และ วินเนอร์ (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 226) นอกจากนี้ผลที่ได้จากการศึกษาตัวแบบของแวน ฮิลล์ แสดงให้เห็นว่าการมีพื้นฐานความรู้เรขาคณิตในระดับต่ำจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความยุ่งยากในการเรียนเรขาคณิตในระดับที่สูงขึ้น (Thomas. 1992 : 70-71 ; 1991 : 38) จากการที่ได้พบว่า นักศึกษาครูและครูที่สอนในระดับประถมศึกษาในประเทศอิสราเอล มีระดับความรู้เรขาคณิตค่อนข้างต่ำ เอิร์ชโควิทซ์ บรุคไฮเมอร์และวินเนอร์ ลงความเห็นว่าการที่ครูที่สอนระดับนี้จำเป็นต้องเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางเรขาคณิต เพื่อแก้ไขภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ตลอดจนป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่อาจจะเกิดขึ้นกับนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์พบว่า มีเนื้อหาบางเรื่องที่มีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังได้กล่าวไว้แล้ว ผู้วิจัยทำการสำรวจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียน นักศึกษาครูและ ครูประจำการในประเทศไทย เพื่อค้นหาว่ามีปัญหาเช่นเดียวกับในต่างประเทศหรือไม่ และเพื่อค้นหาเนื้อหาที่มีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพื่อเป็นตัวอย่างในการจัดกิจกรรมสำหรับตัวแบบที่พัฒนาขึ้น อนึ่งเพื่อศึกษาสาเหตุของการมีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและนำความรู้ที่ได้ไปเตรียมนักศึกษาครู และให้นักศึกษาครูรู้จักวิธีวินิจฉัยความคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยจึงศึกษาวิธีวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

1.4 การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

การสอนมโนทัศน์นั้นครูควรรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเพื่อที่จะได้หาวิธีการป้องกันและแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเนื้อหาที่สอน การที่จะรู้ปัญหาของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนทัศน์นั้นสามารถกระทำได้โดยใช้การวินิจฉัย

การวินิจฉัย(diagnosis) หมายถึง การค้นหาคุณลักษณะความบกพร่องของนักเรียนซึ่งเป็นจุดแข็งและจุดอ่อนที่เป็นอุปสรรคในการเรียนของนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่ก้าวหน้าหรือไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน (Fowler. 1980 : 34-37 ; Kuo-En Chang & Tsung-Mou Chein. 1996 : 31-32 ; McAlloon. 1979 : 44)

คูนีย เดวิส และ เฮนเดอร์สัน(Couney, Davis & Henderson. 1983 : 205) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการวินิจฉัย 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ค้นหาสิ่งที่เป็นปัญหาของนักเรียน

2. จัดประเภทความบกพร่องของนักเรียนแต่ละคนหรือทั้งกลุ่ม

ตัวอย่างของความบกพร่องทางมโนทัศน์หรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ คือ

2.1 ความบกพร่องเกี่ยวกับบทนิยามมโนทัศน์ ได้แก่ บอกลักษณะที่ขาดความสมบูรณ์

บอกลักษณะตามหนังสือเรียนได้แต่ไม่สามารถบอกโดยใช้คำพูดของตนเองได้

2.2 ไม่สามารถยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ได้

2.3 ไม่สามารถหารูปแบบ (pattern) จากเซตของสิ่งที่เป็นตัวอย่างได้

2.4 ไม่สามารถสรุปนัยทั่วไปของมโนทัศน์ได้

2.5 ไม่สามารถนำหลักการไปใช้เมื่อต้องเผชิญปัญหาด้วยตนเองถ้าครูไม่ชี้แนะหรือไม่มีสิ่งชี้แนะจากหนังสือเรียน

3. การคาดการณ์สิ่งที่เป็นสาเหตุของความบกพร่อง

ในการคาดการณ์สาเหตุ ครูต้องค้นหาว่าสาเหตุใดที่ทำให้นักเรียนเกิดความบกพร่องในการแก้ปัญหาหรือนักเรียนแก้ปัญหาไม่ได้

4. การทดสอบเพื่อหาคำอธิบายและใช้การคาดการณ์สาเหตุเป็นสมมุติฐานและการทำงาน

ในการทดสอบเพื่อหาคำอธิบายปัญหาของนักเรียนสามารถทำได้ 2 วิธีด้วยกันคือ

วิธีแรก หาขอบเขต (Extent) ของการคาดการณ์สาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีปัญหา เพื่อให้แน่ใจว่าสิ่งที่คาดการณ์นั้นเป็นจริงหรือไม่

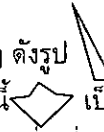
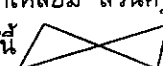
วิธีที่สอง การใช้การคาดการณ์สาเหตุเป็นสมมุติฐานและทำนาย ถ้าสมมุติฐานได้รับการยืนยันก็จะเกิดความเชื่อมั่นมากขึ้น วิธีทดสอบว่านักเรียนมีความคลาดเคลื่อนประเภทนี้ทำได้โดยครูให้นักเรียนอธิบายวิธีการและเหตุผลที่นักเรียนใช้

กล่าวสรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายในการวินิจฉัย คือ การค้นหาสาเหตุของปัญหาการเรียนของนักเรียน แล้วใช้การสอนในการแก้ไขสาเหตุ ซึ่งเรียกว่า การสอนซ่อมเสริม การวินิจฉัยและการซ่อมเสริมต้องทำควบคู่กันไปเสมอ

จากการศึกษาวิธีการวินิจฉัยทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดว่าการสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนโดยใช้แบบทดสอบซึ่งไม่ผ่านการหาความเชื่อมั่นในทางสถิติแล้วคาดการณ์สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนนั้นอาจจะได้ข้อมูลที่ไม่ตรงกับความเป็นจริงได้ ในการสำรวจมโนทัศน์ ผู้วิจัยจึงใช้แบบทดสอบชนิดปรนัย 1 ชุด และแบบทดสอบชนิดอัตนัย 1 ชุด การใช้แบบทดสอบทั้งสองชุดในการสอบเพื่อเป็นการยืนยันการตอบและความคงเส้นคงวาในการตอบ และยังใช้วิธีการสัมภาษณ์ประกอบเพื่อค้นหาสาเหตุทำให้เกิดความมั่นใจยิ่งขึ้นว่ากลุ่มตัวอย่างไม่ได้เดาคำตอบแต่เกิดจากมีภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อน

เมื่อผู้วิจัยตัดสินใจสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนแล้ว ผู้วิจัยจึงรวบรวมตัวอย่างแบบทดสอบที่ผู้วิจัยคนอื่น ๆ เคยใช้และสร้างขึ้น (Cooney. 1999 ; Musser & Burger. 1994 ; Schwartz and Riedesel. 1994 ; Rowan. 1993 ; Clement & Batissta. 1992 ; Fuy, Senk. 1989 ; Geddes & Tischler. 1988. ; Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 ; Prevost. 1985 ; Suydam. 1985 ; Mayberry. 1983 ; Vinner. 1983 ; Reeves & Clark. 1982 ; Charles. 1980) มาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ ได้แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 45 ข้อ และอัตนัยแบบแบบถามตอบจำนวน 15 ข้อ โดยถามเนื้อหาที่มีผู้เคยสำรวจพบมาก่อนว่านักเรียนมีภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อน หลังจากนั้นไปทำการสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลจาก กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 10 คน นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 25 คน และนักศึกษาครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 1, 2, 3 สถาบันราชภัฏ นครสวรรค์ จำนวน 15 คน โดยใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นและผู้วิจัยสัมภาษณ์ประกอบ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อน ผลการสำรวจพบว่านักศึกษาครูนักเรียน และครูบางคน มีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนคล้ายคลึงกัน และเหตุของความคลาดเคลื่อนเหล่านี้คล้ายคลึงกับการสำรวจพบในต่างประเทศก่อนหน้านี้ ดังตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตชนและสาเหตุของความคลาดเคลื่อนต่อไปนี้

1. ยึดติดกับตำแหน่งหรือทิศทางของรูปในลักษณะตั้งขึ้น
2. คิดว่ามุมที่มีแขนยาวกว่าจะมีขนาดใหญ่กว่าทั้ง ๆ ที่มุมมีขนาดเท่ากัน
3. เมื่อกำหนดมุมที่มีจุดยอดมุมอยู่ทางขวามือและ จุดยอดมุมอยู่คนละข้างมาให้ บอกว่ามุมที่กำหนดให้ไม่เท่ากัน ทั้งๆที่มีสัญลักษณ์กำกับแสดงว่ามีขนาดเท่ากัน
4. ยึดติดกับลูกศรที่กำกับแขนของมุม เมื่อกำหนดมุมที่ใช้ส่วนของเส้นตรงเป็นแขนของมุมจะบอกว่าไม่ใช่มุม มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแขนของมุม โดยคิดว่ามุมจะต้องมีแขนทั้งสองแขนยาวเท่ากัน
5. คิดว่ามุมที่มีเส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงเพิ่มมาอีก 1 เส้นไม่ใช่มุม (ภาพประกอบ 15)
6. คิดว่าจุดที่อยู่ภายในมุมต้องอยู่ในบริเวณรูปสามเหลี่ยมที่เกิดจากการลากเส้นตรงเชื่อมปลายแขนของมุมทั้งสองแขนเท่านั้น จุดที่อยู่นอกบริเวณนี้ไม่อยู่ภายในมุม
7. เข้าใจว่า รังสี เส้นขนานและมุมตรง อยู่ในแนวอนเท่านั้น
8. ยึดติดกับสัญลักษณ์ที่ใช้กำกับรูปเช่นสัญลักษณ์มุมฉาก
9. เมื่อกำหนดให้ลากส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมมุมป้านไปยังด้านที่กำหนดให้ มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้น 4 แบบ คือ ลากเส้นไปยังด้านตรงข้ามโดยไม่คำนึงว่าจะไปตั้งฉากด้านตรงข้ามหรือไม่ลากเส้นทับด้านที่กำหนดให้ ลากเส้นจากจุดยอดไปขนานกับด้านที่กำหนดให้ และไม่ลากเส้นใด ๆ เลย เพราะไม่รู้ว่าจะลากอย่างไร

10. เมื่อกำหนดรูปสามเหลี่ยมที่มีด้านสองด้านยาวกว่าด้านที่สามมาก ๆ ดังรูป  บอกว่าไม่ใช่รูปสามเหลี่ยมเพราะไม่เคยเห็นรูปสามเหลี่ยมที่มีคุณลักษณะ นี้มาก่อน บอกว่ารูปนี้  เป็นรูปสามเหลี่ยม นักเรียนคิดว่ารูปสามเหลี่ยมด้านเท่าไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว คิดว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน คิดว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตั้งรูป  ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เมื่อให้ลากเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมกลุ่มตัวอย่างส่วนมากลากเส้นทแยงมุมรูปสี่เหลี่ยมมุมได้ แต่ลากเส้นทแยงมุมรูปสี่เหลี่ยมว่าไม่ได้หรือลากได้ไม่ถูกต้อง จากการสัมภาษณ์ประกอบพบว่าบางคนไม่เคยเห็นรูปสี่เหลี่ยมมาก่อน บางคนที่เคยเห็นรูปลักษณะนี้มาก่อนก็ไม่สามารถหาจุดยอดที่อยู่ตรงกันข้ามได้ บางคนไม่รู้ว่าจะลากเส้นทแยงมุมอย่างไร โดยที่ความคลาดเคลื่อนนี้เกิดขึ้นกับนักเรียน ครู และนักศึกษาครู ส่วนในเรื่องของพื้นที่กับเส้นรอบรูป บางคนคิดว่าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากคือเส้นรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก กลุ่มตัวอย่างมีความคุ้นเคยกับรูปหลายเหลี่ยมปกติ แต่เมื่อกำหนดรูปหกเหลี่ยมที่ไม่ใช่รูปหกเหลี่ยมปกติมาให้ มีนักศึกษาครูเกินครึ่งและนักเรียนเกือบครึ่งตอบว่าไม่ใช่รูปหกเหลี่ยม ส่วนครูนั้นมีจำนวนไม่ถึงครึ่งที่มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน นักศึกษาครูทั้งหมดตอบว่ารูปที่กำหนดให้  เป็นรูปหลายเหลี่ยม โดยที่กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าเป็นรูปสามเหลี่ยมสองรูปมาต่อกันไม่ได้มองว่าเป็นเพียงรูปเดียว ตัวอย่างนี้พบว่ามีภาพลักษณ์มีโนทัศน์ที่ความคลาดเคลื่อนมากที่สุด ที่เป็นดังนี้อาจจะเป็นเพราะว่าการนำเสนอรูปเรขาคณิตที่เป็นรูปเชิงเดียว (Single figures) เป็นส่วนมาก เมื่อผู้เรียนไปพบรูปที่เป็นรูปเชิงซ้อนซึ่งไม่คุ้นเคยจึงนำความรู้เดิมมาพิจารณาโดยไม่ได้นึกถึงบทนิยามของรูปหลายเหลี่ยมหรือลิมบทนิยามของรูปหลายเหลี่ยมจึงเกิดภาพลักษณ์มีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

11. เรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ จากการใช้แบบทดสอบและการสัมภาษณ์ประกอบในเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ ผลสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างข้างต้นและกลุ่มตัวอย่างที่เป็นครูสอนในระดับมัธยมศึกษาที่สำเร็จการศึกษาจากสถาบันราชภัฏนครสวรรค์โปรแกรม คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2541 จำนวน 12 คน จากทั้งหมด 31 คน พบภาพลักษณ์มีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและเหตุของความคลาดเคลื่อน เรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ ซึ่งสามารถจัดประเภทได้ดังนี้

11.1 มีความรู้พื้นฐานไม่พอ เช่น ไม่สามารถนำความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์อื่นมาประกอบในการอธิบายหรือให้เหตุผลที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ใหม่ได้

11.2 ยึดติดรูป ไม่สนใจเงื่อนไขที่กำหนดให้

11.3 ยึดติดกับความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมตามหนังสือเรียนหรือตามที่ครูสอน มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ มีระดับการคิดตามตัวแบบของแวน ฮีลี ระดับ 1 และไม่สามารถแยกกรุปย่อย ๆ ออกจากกรุปซ้อน (Field dependence)

11.4 จำความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมได้แต่ไม่เข้าใจสาระสำคัญของความสัมพันธ์ เป็นต้นว่า คิดว่าความสัมพันธ์ ด.ม.ด ประกอบด้วยด้านเท่ากันสองด้านและมุมเท่ากันหนึ่งมุมเท่านั้น โดยไม่ได้พิจารณาว่ามุมที่เท่ากันนั้นต้องอยู่ระหว่างด้านที่เท่ากัน

สาเหตุของความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ ประการหนึ่งน่าจะมาจากกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งนำเสนอรูปที่เป็นตัวอย่างน้อยไปหรือไม่นำเสนอสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างในบางเรื่อง บางเรื่องมีบ้างแต่ไม่มากพอที่จะทำให้ผู้เรียนจะสามารถทำความเข้าใจในมโนทัศน์ได้ ครูบางคนยึดติดกับหนังสือเรียนและปฏิบัติตามคำแนะนำของหนังสือเรียน ทั้งด้านเนื้อหาและวิธีการนำเสนอเนื้อหา ไม่ยกตัวอย่างในสถานการณ์ที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน จึงทำให้นักเรียนยึดติดกับสิ่งที่ครูสอนและสิ่งที่หนังสือเหล่านั้นนำเสนอ และครูบางคนไม่นำคู่มือครูมาใช้เป็นแนวทางในการสอน จากสาเหตุดังกล่าวทำให้เกิดภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับนักเรียน เมื่อไม่ได้รับการแก้ไขก็จะติดตัวมาจนเป็นผู้ใหญ่ และส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับอื่นต่อไป

เนื่องจากการวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู เพื่อให้ได้ผลจึงคิดว่าเนื้อหาตัวอย่างที่ใช้ทดสอบความเป็นตัวแบบควรมีมากพอสมควร เป็นเนื้อหาที่ต่อเนื่องกันในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และควรมีความลึกซึ้งกว้างขวางกว่าโดยมีพฤติกรรมการเรียนรู้สูงถึงระดับการแก้ปัญหาและการพิสูจน์เนื้อหาเรขาคณิต โดยอาศัยภาพลักษณ์มโนทัศน์ในการอ้างอิงได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงคัดเลือกเนื้อหาโดยเน้นไปที่เนื้อหาที่สำรวจพบว่ามีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ได้แก่ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ มาใช้เป็นตัวอย่างในการจัดกิจกรรมตามตัวแบบ

2. แนวคิดเกี่ยวกับตัวแบบการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต

งานสำคัญของผู้วิจัยคือการพัฒนาตัวแบบเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต ในการนี้ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน งานวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต ตัวแบบของแวน ฮีลี และระดับการคิดทางเรขาคณิต และพฤติกรรมในแต่ละระดับ แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต

2.1 การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีอยู่หลายวิธี ที่เป็นวิธีสอนหลัก มีอยู่ 2 แบบ คือ การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ และการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ มูฟ

2.1.1 การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกลวิธีการสร้างมโนทัศน์

เรา อรัญวงศ์ (2540 : 47-48)ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์ไว้ว่า การที่บุคคลจะสร้างมโนทัศน์ใด ๆ ได้นั้น เขาต้องรับรู้สิ่งต่าง ๆ แต่สิ่งต่าง ๆ ที่นำเสนอให้รับรู้กันยังไม่ได้จัดระบบหรือแยกประเภทไว้ ผู้เรียนต้องสร้าง (Form) ประเภทของสิ่งเหล่านั้นขึ้นมาเอง โดยใช้คุณลักษณะ (Attribute) อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นเกณฑ์ การสอนมโนทัศน์ด้วยกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ (Concept formation) เป็นขั้นตอนย่อยขั้นตอนหนึ่งของการสอนแบบอุปนัย ซึ่งมีขั้นตอนตามกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ดังนี้

ขั้นที่ 1 การแจกแจงรายละเอียดข้อมูล

เสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แล้วอาจจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนใช้ความคิดในการแจกแจงรายละเอียดของข้อมูลนั้น เน้นการฝึกการสังเกตของนักเรียนแต่ยังไม่มีการสรุปข้อมูล ตัวอย่างคำถามได้แก่ นักเรียนเห็นอะไรบ้าง.... นักเรียนรู้สึกอย่างไร เมื่อกล่าวถึง.... นักเรียนคิดอย่างไร นักเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับ.... เป็นต้น ในขั้นตอนนี้ นักเรียนปฏิบัติการคิดในลักษณะที่เรียกว่า การแยกแยะสิ่งต่าง ๆ (Differentiation) โดยมีการระบุมโนทัศน์ ระบุความแตกต่าง หรือแยกแยะมโนทัศน์นั้น

ขั้นตอนที่ 2 การจัดประเภท

ครูอาจจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนจัดประเภทหรือจัดกลุ่มของมโนทัศน์ตามคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน หรือมีคุณลักษณะร่วมกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน ครูอาจจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถจัดประเภทของมโนทัศน์ อะไรบ้างที่มีส่วนเหมือนกัน การคิดในลักษณะนี้เรียกว่า การจัดสิ่งที่มีคุณสมบัติเหมือนกันไว้กลุ่มเดียวกัน (Identifying Common Properties)

ขั้นที่ 3 การให้ชื่อกลุ่มหรือประเภทของกลุ่ม

ให้นักเรียนตัดสินใจลำดับความสำคัญของมโนทัศน์นั้นแล้วตั้งชื่อกลุ่มหรือประเภทของมโนทัศน์ โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนให้ชื่อกลุ่มหรือประเภทของข้อมูลที่จัดขึ้น โดยอาจจะถามว่า เราจะเรียกชื่อกลุ่มนี้ว่าอะไรดี กลุ่มใดเป็นส่วนย่อยของกลุ่มใด การปฏิบัติการคิดในขั้นตอนนี้เรียกว่า การตัดสินใจลำดับของข้อมูล การจัดกลุ่มใหญ่-กลุ่มย่อย(Determining the hierarchical Order of Items. Super and Sub-Ordinates

2.1.2 การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ มูฟ

มูฟ (Moves) หมายถึง รูปแบบของภาษาที่ใช้ในการอธิบายหรือบอกความรู้ (Cooney, Davis & Henderson, 1983 : 92)

การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้มูฟ มีกระบวนการ 3 ขั้นตอน คือ การสอน (Teaching) การนำเสนอมโนทัศน์ (Present) และ การให้ความกระจ่าง (Clarify) เกี่ยวกับมโนทัศน์ นำมาใช้ในการสอนโดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

2.1.2.1 การให้บทนิยาม (Defining) มโนทัศน์ที่มีความเป็นทางการมาก การใช้วิธีนี้เป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะมโนทัศน์คณิตศาสตร์ส่วนมากจะมีคุณลักษณะชัดเจนอยู่แล้วจึงสามารถใช้วิธีให้บทนิยามได้ ส่วนมโนทัศน์ใดที่มีคุณลักษณะ กำกวม ชัดช้อน การให้บทนิยามอาจจะไม่เหมาะสม

2.1.2.2 การกล่าวถึงเงื่อนไขที่เพียงพอ (Stating a Sufficient Condition) เงื่อนไขที่เพียงพอช่วยทำให้นักเรียนสามารถหาสิ่งที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ได้ นั่นคือช่วยอำนวยความสะดวกในการนามมโนทัศน์ไปใช้

2.1.2.3 การให้สิ่งที่เป็นตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างหรือมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง (Giving One Example or More Examples) วิธีการให้สิ่งที่เป็นตัวอย่าง (Exemplification moves) จะช่วยให้นักเรียนมี

ความเข้าใจมโนทัศน์มากขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนมีความชัดเจน แต่บางมโนทัศน์อาจจะไม่สามารถใช้วิธีนี้ได้ เช่น มโนทัศน์ที่มีความเป็นนามธรรมสูง

2.1.2.4 การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล (Giving an Example with a Reason)

การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอที่จะเข้าใจมโนทัศน์ ต้องให้นักเรียนให้คำอธิบาย ด้วยว่าเหตุใดสิ่งที่ยกมาจึงเป็นสิ่งที่ตัวอย่างของมโนทัศน์ การให้เหตุผลเป็นเงื่อนไขที่เพียงพอ การใช้วิธีนี้ ถือเป็นการสอนมโนทัศน์ที่มีประสิทธิภาพสำหรับนักเรียนที่เรียนรู้ได้ช้า

2.1.2.5 การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่าง (Comparing and Contrasting)

ในการสอนมโนทัศน์ควรเลือกสิ่งที่มีนักเรียนมีความคุ้นเคยมาก่อน เพื่อให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ กับสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยน้อย วัตถุต่าง ๆ ย่อมมีทั้งสิ่งที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกัน จึงต้องเปรียบเทียบทั้งสอง คุณลักษณะ เช่น การเปรียบเทียบกึ่งเส้น (Half -line) กับ รังสี เป็นต้น

2.1.2.6 การยกตัวอย่างค้าน (Giving a Counterexample) ตัวอย่างค้านหมายถึง

ตัวอย่างที่แสดงการพิสูจน์แย้งนับทั่วไปที่ไม่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น นักเรียนบอกว่ารูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกัน หนึ่งคู่เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ครูควรยกตัวอย่างค้าน เพื่อให้นักเรียนเห็นว่า รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกันหนึ่งคู่ไม่จำเป็นต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เช่น รูปสี่เหลี่ยมคางหมู จากนั้น ครูจึงกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็นถ้านักเรียนยกตัวอย่างได้ไม่ถูกต้อง วิธียกตัวอย่างค้านมีสองลักษณะ คือ ยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง

2.1.2.7 การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็น (Stating a Necessary Condition) การที่นักเรียน

บอกว่ารูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านสองด้านขนานกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เป็นเพราะนักเรียนไม่เข้าใจเงื่อนไข ที่จำเป็นของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน นั่นคือ เงื่อนไขที่ว่า ด้านที่อยู่ตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานต้องขนานกัน

2.1.2.8 การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ (Stating a Necessary and

Sufficient Condition) การให้นิยามบางมโนทัศน์อาจจะต้องผ่านมโนทัศน์อื่น เช่น การนิยามรูปสี่เหลี่ยมขนม เปียกปูนในรูปของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังนี้ รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (1) เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและ (2) ด้านที่อยู่ติดกันยาวเท่ากัน เมื่อนำเงื่อนไขที่จำเป็นทั้งสองเงื่อนไขมาผนวกเข้าด้วยกันจะได้เงื่อนไขที่เพียงพอ ครูสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจเงื่อนไขทั้งสองโดยใช้คำว่า “ก็ต่อเมื่อ” แทนเงื่อนไขทั้งสองเช่น ประโยคที่ว่า “รูปหลายเหลี่ยมปกติ คือ รูปที่มีด้านเท่ากันทุกด้านและมุมเท่ากันทุกมุม” สามารถแทนด้วยประโยค “รูปหลายเหลี่ยมเป็นรูปปกติ ก็ต่อเมื่อ เป็นรูปที่มีขนาดของมุมเท่ากันและด้านยาวเท่ากัน”

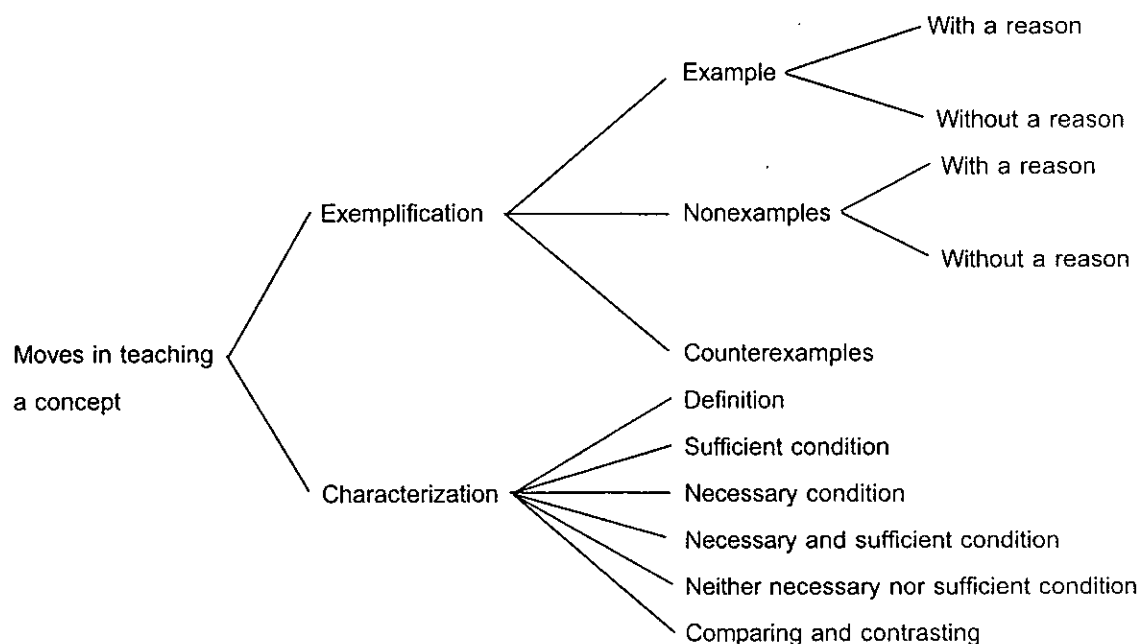
2.1.2.9 การให้สิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างหรือมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง (Giving

One Nonexample or More Nonexamples) ในการเรียนรู้มโนทัศน์อาจต้องใช้การวิเคราะห์สิ่งที่เป็นตัวอย่าง และสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างควบคู่กันไป จนนักเรียนสามารถสรุปเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอได้ การยกสิ่งที่ไม่เป็น ตัวอย่างจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ได้อย่างกระชับ และควรใช้หลังจากมีการให้นิยามแล้ว และเมื่อนักเรียนมีมโนทัศน์ที่สับสนเกี่ยวกับเงื่อนไขที่จำเป็น

2.1.2.10 การให้สิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล (Giving a Nonexample with a

Reason) การยกสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างพร้อมทั้งบอกเหตุผลว่าเหตุใดจึงไม่เป็นสิ่งที่ตัวอย่าง จะช่วยให้นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงระหว่างเงื่อนไขที่จำเป็นกับสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง วิธีนี้มีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล

2.1.2.11 การยกคุณลักษณะที่ไม่ใช่เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ (Giving a Characteristic Which Is Neither Necessary Nor Sufficient Condition) การยกคุณลักษณะเป็นวิธีการหนึ่งในการเรียนรู้มโนทัศน์ คุณลักษณะของมโนทัศน์มีอยู่สามประเภท คือ คุณลักษณะที่เป็นเงื่อนไขจำเป็น คุณลักษณะที่เป็นเงื่อนไขที่เพียงพอ และคุณลักษณะที่ไม่ใช่เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ บางครั้งในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ครูอาจจำเป็นต้องยกสิ่งที่เป็นคุณลักษณะของมโนทัศน์แทนการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง สามารถสรุปเกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้มูฟ ได้ดังภาพประกอบ 16 ดังนี้



.. ภาพประกอบ 16 แผนภาพต้นไม้แสดงการแจกแจงของ มูฟ (Cooney, Davis & Henderson. 1983 : 307)

การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมจึงมีความจำเป็นต้องเลือกใช้กิจกรรมการสอนหลาย ๆ อย่างไปพร้อม ๆ กันอย่างเหมาะสม เพื่อเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์นั้นอย่างกระจ่างชัด นั่นคือการใช้ มูฟ ดังได้กล่าวมาแล้วนั่นเอง

2.1.3 หลักในการวางแผนการสอนมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์

คูนีย เดวิส และ เฮนเดอร์สัน (Cooney, Davis and Henderson. 1983 : 108) ได้กล่าวถึงหลักในการวางแผนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประการ ดังนี้

2.1.3.1 ควรคำนึงถึงความสามารถทางการเรียนรู้และพื้นความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียน

ถ้านักเรียนมีความสามารถทางการเรียนรู้ ใช้วิธียกคุณลักษณะของมโนทัศน์ เพียงอย่างเดียว ก็อาจจะเพียงพอ เพราะนักเรียนเข้าใจบทนิยามแล้ว

ถ้านักเรียนมีความสามารถทางการเรียนรู้ต่ำ ควรใช้วิธียกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง พร้อมการอธิบายเหตุผลประกอบ

ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจสิ่งที่ป็นนามธรรมควรมีการเปรียบเทียบสิ่งที่คล้ายคลึงและแตกต่าง โดยการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างตามด้วยการแยกแยะคุณลักษณะที่แตกต่างกัน

ถ้านักเรียนมีพื้นฐานความรู้น้อยควรทบทวนมโนทัศน์เก่าเสียก่อน เมื่อจะทำการสอน
มโนทัศน์ใหม่

**2.1.3.2 ควรคำนึงถึงประสบการณ์เดิมของตนเองที่เคยเรียนและเคยสอนมโนทัศน์ใด
มโนทัศน์หนึ่ง**

ในการวางแผนการสอน ครูควรนึกถึงประสบการณ์ที่ครูเคยเรียนมาและประสบการณ์
ที่ครูเคยสอนนักเรียนไปแล้วเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการวางแผนการสอนของตนเองในครั้งต่อไป ดังนี้
ถ้านักเรียนไม่เข้าใจเงื่อนไขเพียงพอ ต้องเน้นการอธิบายเหตุผลประกอบสิ่งที่เป็น
ตัวอย่าง

ถ้านักเรียนไม่เข้าใจเงื่อนไขที่จำเป็น ต้องเน้นสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง เพื่อเสริมเงื่อนไข
ที่จำเป็น โดยการอธิบายเหตุผลประกอบด้วยว่าเหตุใดจึงเป็นสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง
ถ้านักเรียนมีมโนทัศน์ไม่ถูกต้องและได้ผลสรุปที่เป็นนัยทั่วไปไม่ถูกต้อง ควรยก
ตัวอย่างค้าน

2.1.3.3 ควรคำนึงถึงสำคัญของมโนทัศน์

ถ้ามโนทัศน์มีความสำคัญและใช้เพื่อพัฒนามโนทัศน์อื่นๆ ควรใช้มุมที่จะทำให้
นักเรียนมีความเข้าใจชัดเจนขึ้น เช่น ใช้วิธีการยกบทนิยามของมโนทัศน์และเสริมด้วยการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง
ประกอบเงื่อนไขที่เพียงพอ

ถ้านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ควรให้นักเรียนยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่
เป็นตัวอย่างเพื่อทดสอบความเข้าใจ

ถ้ามโนทัศน์นั้นไม่มีความสำคัญเป็นพิเศษยกเฉพาะสิ่งที่เป็นตัวอย่างก็เพียงพอที่จะทำ
ความเข้าใจ

ตามความคิดเห็นของผู้วิจัยเกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์นั้น เห็นว่าการจะเลือกใช้กิจกรรมใดให้เป็น
ไปอย่างเหมาะสมต้องรู้เสียก่อนว่ามีปัญหาอะไรที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้น และนำปัญหานั้นมาตั้งคำถามเป็นแนวทาง
ในการจัดกิจกรรมเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ปัญหานั้นเกิดขึ้นในขณะดำเนินการสอน ในทำนองเดียวกัน ในการออกแบบ
กิจกรรมการสอนเพื่อเสริมสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนนั้น นักศึกษาครูมีความจำเป็น
ต้องรู้ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนและสาเหตุที่เป็นปัญหาของนักเรียน จึงจะสามารถออกแบบกิจกรรมได้
อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนทัศน์และแนวทางแก้ไขดังนี้

2.1.4 ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนทัศน์และแนวทางแก้ไข

เมื่อครูพบปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีหลักใน
การปฏิบัติดังต่อไปนี้ (Cooney, Davis & Henderson. 1983 : 216-222)

2.1.4.1 นักเรียนไม่สามารถเรียกชื่อวัตถุ หรือสิ่งที่ใช้แทนมโนทัศน์

วิธีแก้ไข ถ้าเป็นชื่อย่อหรือเป็นศัพท์เทคนิค ครูอาจจะใช้วิธียกตัวอย่าง เช่น เมื่อ
นักเรียนบอกไม่ได้ว่าเส้นที่ลากจากจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมไปแบ่งครึ่งด้านตรงข้ามเรียกว่า เส้นมัธยฐาน ครู
อาจต้องใช้การยกตัวอย่าง โดยการลากเส้นมัธยฐานให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนบอกชื่อของเส้นดังกล่าวหรือ
นำรูปสามเหลี่ยมหลาย ๆ รูปมาให้นักเรียนลากเส้นมัธยฐาน

2.1.4.2 นักเรียนไม่สามารถบอกความหมายของคำศัพท์ที่ใช้แทนมโนทัศน์ได้

วิธีแก้ไข ครูอาจจะต้องใช้บทนิยามหรือเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ

2.1.4.3 นักเรียนจำเงื่อนไขที่จำเป็นไม่ได้ เป็นต้นว่า นักเรียนจำไม่ได้ว่ารูปสี่เหลี่ยมด้านขนานต้องมีด้านตรงข้ามขนานกัน

วิธีแก้ไข ครูต้องทบทวนเงื่อนไขที่จำเป็นว่ารูปสี่เหลี่ยมด้านขนานต้องมีด้านขนานกัน 2 คู่ คือ ด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน

2.1.4.4 นักเรียนจำเงื่อนไขที่เพียงพอไม่ได้

วิธีแก้ไข ครูต้องทบทวนเงื่อนไขที่เพียงพอให้นักเรียน

2.1.4.5 นักเรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่เป็นตัวอย่างหรือยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ได้

สาเหตุน่าจะมาจากนักเรียนไม่รู้ หรือจำเงื่อนไขที่เพียงพอไม่ได้

วิธีแก้ไข ครูต้องทบทวนเงื่อนไขที่เพียงพอให้นักเรียน โดยใช้วิธีการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง และไม่เป็นตัวอย่าง

2.1.4.6 มีความคลาดเคลื่อนในการจัดประเภทมโนทัศน์

ตัวอย่าง

1. จัดประเภทของสิ่งที่เป็นตัวอย่างให้เป็นสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง สาเหตุคือไม่รู้เงื่อนไขที่จำเป็น
2. จัดประเภทของสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างให้เป็นสิ่งที่เป็นตัวอย่าง สาเหตุคือไม่รู้เงื่อนไขที่เพียงพอ

วิธีทดสอบว่านักเรียนมีความคลาดเคลื่อนประเภทนี้ทำได้โดยครูให้นักเรียนอธิบายวิธีการที่นักเรียนใช้ในการจัดประเภทประกอบ

2.1.4.7 นักเรียนไม่สามารถนำสิ่งที่กำหนดให้มาใช้ประโยชน์ได้

ตัวอย่าง นักเรียนที่ไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่า เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนตั้งฉากซึ่งกันและกัน อาจเป็นเพราะว่าไม่สามารถพิสูจน์ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมเนื่องจากไม่นำความรู้เรื่องความยาวด้านรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนซึ่งยาวเท่ากันมาใช้ในการพิสูจน์ปัญหานี้มีผลทางจิตวิทยา พบว่าเด็กที่มีความสามารถในการเรียนรู้ต่ำจะมีปัญหาเรื่องนี้ วิธีแก้ไขยากที่จะทำได้ แต่มีวิธีการหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้คือครูต้องใช้คำถามนำทางให้นักเรียนได้คิด

สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายในการวินิจฉัย คือ การค้นหาสาเหตุของปัญหาของนักเรียน แล้วใช้การสอนในการแก้ไขสาเหตุซึ่งเรียกว่าการสอนซ่อมเสริม การวินิจฉัยและการซ่อมเสริมต้องทำควบคู่กันไปเสมอ

ในความคิดเห็นของผู้วิจัย การสอนมโนทัศน์ให้มีประสิทธิภาพนั้นครูต้องรู้ปัญหาหรือวิธีการคิดของนักเรียนเพื่อจะได้ใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการสอนเพื่อป้องกันและแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ในการสอนซ่อมเสริมเกี่ยวกับมโนทัศน์ให้นักเรียน ครูควรคาดการณ์ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นโดยการรวบรวมปัญหาที่เคยพบหรือที่บุคคลอื่นพบหรือเคยสำรวจไว้และคิดวิธีป้องกันและแก้ไขไว้ล่วงหน้า ซึ่งปัญหาแต่ละอย่างอาจต้องใช้วิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่างกันไปและนักเรียนที่มีปัญหาเรื่องเดียวกันก็อาจต้องแก้ด้วยวิธีที่แตกต่างกันก็เป็นได้ วิธีการหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้ได้คือวิธีที่กล่าวมาข้างต้น

2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาตัวแบบเพื่อเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตชนทาง

เรชาคณิต

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาตัวแบบเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรชาคณิตสำหรับนักศึกษาครู ขึ้นต่อไปผู้วิจัยจึงศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรชาคณิต เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างตัวแบบ มีรายละเอียดดังนี้

เอิร์ชโควิทซ์ บรูกไฮเมอร์ และวินเนอร์ (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 223 - 235) ได้ออกแบบกิจกรรมโดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรชาคณิตของนักเรียน ครู และนักศึกษาครู ซึ่งพบว่ามีภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรชาคณิตบางเรื่องคลาดเคลื่อนในลักษณะเดียวกัน จึงได้ออกแบบกิจกรรมในการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์สำหรับครูระดับประถมศึกษาขึ้นโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นครูที่สอนเกรด 5-9 จำนวน 20 คน เข้าร่วมทดลองเชิงปฏิบัติการสัปดาห์ละ 1 วัน ใช้เวลาหนึ่งปีการศึกษา ผลการทดลองพบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องที่เกิดขึ้นกับครูบางคนลดน้อยลงไป ครูบางคนไม่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้นอีกและครูมีความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ทางเรชาคณิตดีขึ้น กิจกรรมที่เอิร์ชโควิทซ์ บรูกไฮเมอร์ และวินเนอร์ ออกแบบขึ้นตัวอย่างบางตัวอย่างมีรายละเอียดดังนี้

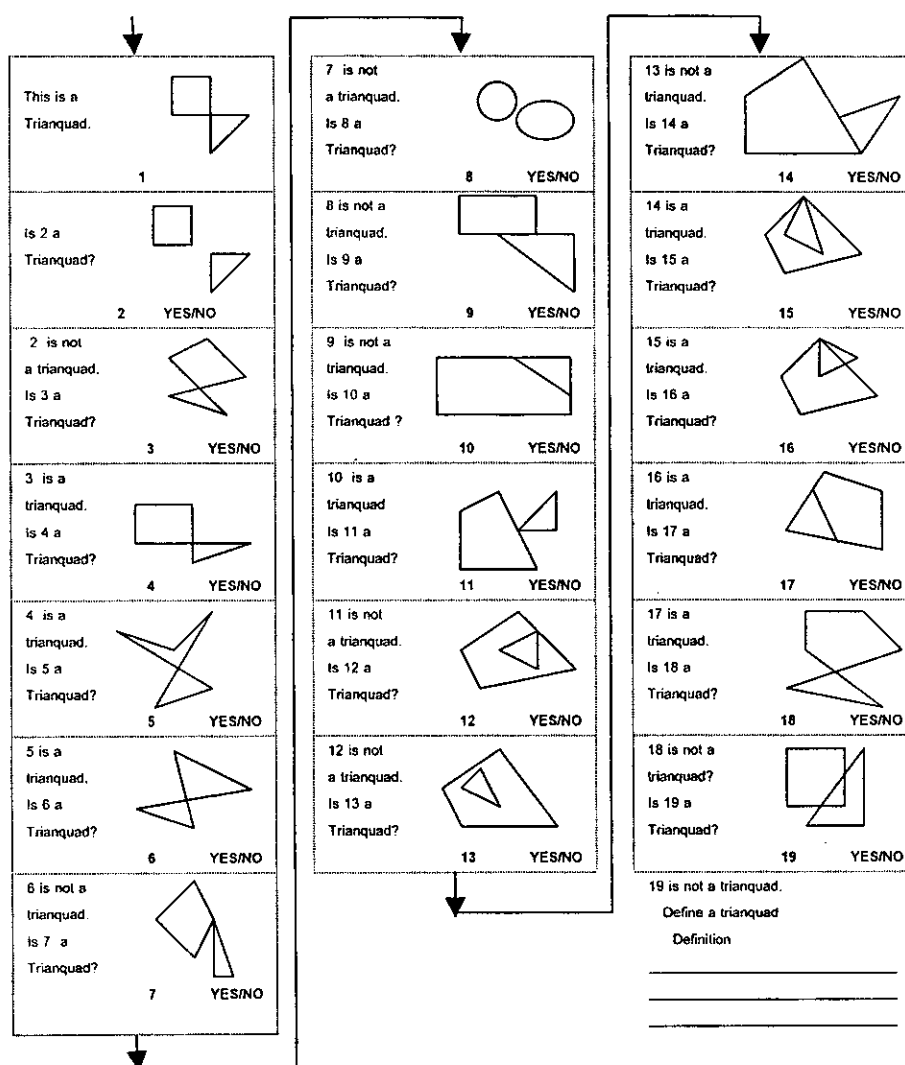
ตัวอย่างกิจกรรมการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ของ เอิร์ชโควิทซ์ บรูกไฮเมอร์และวินเนอร์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ปรับปรุงภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรชาคณิตบางมโนทัศน์
 2. พัฒนาความเข้าใจของครูในเรื่อง บทบาทของบทนิยามมโนทัศน์ บทบาทของสิ่งที่เป็นอย่าง ตัวอย่าง และ สิ่งที่ไม่เป็นอย่างของมโนทัศน์ บทบาทของคุณลักษณะเฉพาะ (Critical attributes) และ สิ่งที่ไม่ใช่คุณลักษณะเฉพาะ
 3. พัฒนารูปแบบของกลวิธีการสอนในชั้นเรียนที่เหมาะสม
 4. เตรียมประสบการณ์ในการประเมินปัญหา และ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน
- กิจกรรมที่ 1 "The trianquad" กิจกรรมนี้มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

ขั้นที่ 1 เป็นการอภิปรายถึงวิธีการสอนมโนทัศน์พื้นฐานทางเรชาคณิต ตั้งแต่ระดับอนุบาล โดยเน้นที่บทบาทของการนิรนัย สิ่งที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ และตัวอย่างจากหนังสือเรียนและที่นำเสนอในชั้นเรียน

ขั้นที่ 2 ให้นักเรียนทำกิจกรรมเกี่ยวกับ "The trianquad" ดังภาพประกอบ 17 โดยมี การนำเสนอสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์จนครูค้นพบ สิ่งที่ไม่ใช่คุณลักษณะของ "The trianquad" และสามารถบอกบทนิยามของ "The trianquad" ได้

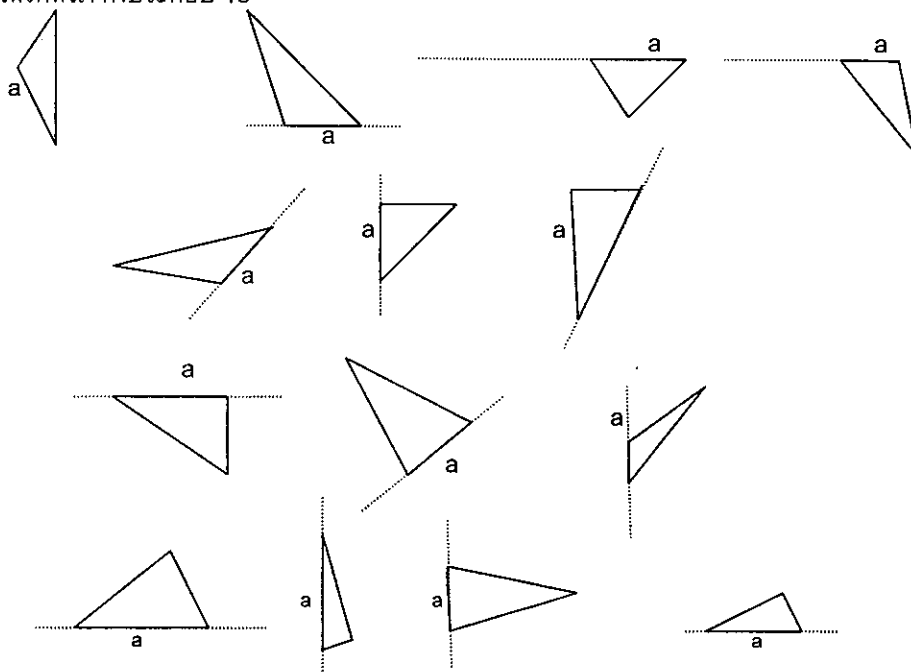


ภาพประกอบ 17 แบบฝึกหัด "The trianquad" (Hershkwirtz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 228 ; citing Herron. et al.)

ขั้นที่ 3 ทำการวิเคราะห์คำตอบจากการทำกิจกรรม "The trianquad" โดยมีเฮิร์ชโควิทซ์ บรุคไฮเมอร์และ วินเนอร์ เป็นผู้ชี้แนะ จนได้คุณลักษณะเฉพาะและบทนิยามของ "The trianquad" ที่มีคุณลักษณะเป็นบทนิยามที่กระชับรัดกุมและไม่กำกวม เฮิร์ชโควิทซ์ บรุคไฮเมอร์และวินเนอร์และครูช่วยกันวิเคราะห์หาคำศัพท์ความสูงของรูปสามเหลี่ยม จากนั้นนำเสนอตัวอย่างที่เป็นนิพจน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบในตัวนักเรียนอีก 2-3 ตัวอย่าง กิจกรรมนี้พบว่ามีส่วนร่วมกิจกรรม 11 คน จาก 20 คน ไม่สามารถลากส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม ๆ หนึ่งเป็นมุมป้านได้ อีก 5 คน ทำผิดในลักษณะเดียวกันกับนักเรียน เมื่อนำนิพจน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนมาเสนออีก 2-3 ตัวอย่าง อภิปรายคำตอบดังกล่าว ลำดับต่อมา แบ่งครูออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 2-3 คน ให้ทำการรวบรวมความคลาดเคลื่อนจากการทำกิจกรรมส่วนสูงของนักเรียน วิเคราะห์คำอธิบายของคำตอบแต่ละคำตอบ แล้วเรียงลำดับคำตอบจากผิดมากที่สุดจนถึงคำตอบที่ถูกต้อง ครูจะได้รับมอบหมายให้สร้างกิจกรรมเพื่อพัฒนานิพจน์ของส่วนสูง โดยใช้แบบฝึกหัด "The trianquad" เป็นแบบจำลอง

เป็นการบ้าน และคำตอบที่นักเรียนทำผิดเป็นพื้นฐานสำหรับสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง จากการวิเคราะห์การบ้านที่กำหนดให้ พบว่าครูส่วนมากใช้สิ่งที่เป็นตัวอย่างกับสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง อย่างสมดุลกัน หลังจากนั้น 1 เดือน ได้มอบหมายให้ครูสร้างส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมอีกครั้งในรูปสามเหลี่ยมเดิม ปรากฏว่าครูทั้งหมด 20 คน ทำได้อย่างถูกต้อง โดยที่ก่อนทดลองสอนมีครูเพียง 8 คน ที่ทำได้ถูกต้อง

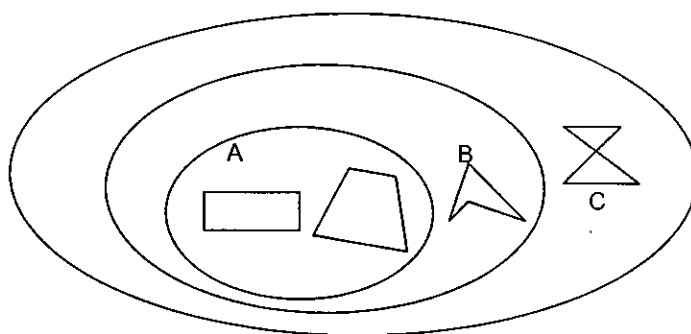
ขั้นที่ 4 ใช้แบบฝึกหัด "The trianquad" เป็นแบบจำลองของการรับรู้โน้ตส์ โดยการคัดเลือกมโนทัศน์ที่ครูและนักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน เช่น การลากส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมไปยังด้านที่กำหนดให้ดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 รูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ในกิจกรรมการลากส่วนสูง(Herskowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 231)

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมมีลำดับขั้นต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยม แล้วให้ครูให้บทนิยามของมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยม จากความสัมพันธ์ของเซตตามแผนภาพของเวนน์เพื่อหาผลสรุปของบทนิยามของมโนทัศน์ ดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 แผนภาพของเวเน่ แสดงความสัมพันธ์โน้ตทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยม (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 233)

ขั้นที่ 2 ให้ครูทำการวิเคราะห์โน้ตทัศน์ (Concept analysis) ทั้งคุณลักษณะเฉพาะและสิ่งที่ไม่ใช่คุณลักษณะเฉพาะ เพื่อไม่ให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ให้ครูอภิปรายเกี่ยวกับ สมบัติของมโนทัศน์ บทนิยามมโนทัศน์ สิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ ในการตรวจสอบคุณลักษณะเฉพาะของรูปสี่เหลี่ยมว่า พบว่า ครูบางคนมีความคิดว่าเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจะอยู่ภายในรูปเท่านั้น อภิปรายเกี่ยวกับบทนิยามของเส้นทแยงมุม โดยการยกสิ่งที่เป็นตัวและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง พร้อมทั้งอภิปรายถึงความเป็นไปได้ของรูปที่ยกมาว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือไม่ เพราะเหตุใด

ขั้นที่ 3 ในขั้นนี้เป็นการนำเสนอผลการวิจัยของเฮิร์ชโควิทซ์และวินเนอร์ เป็นการเปลี่ยนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนตามระดับประเภทของรูป โดยเปลี่ยนจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสไปยังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและไปยังรูปสี่เหลี่ยมว่า จากการวิจัยดังกล่าวเป็นการให้ครูอภิปรายสิ่งที่ทำให้รูปที่กำหนดให้ไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยม นำเสนอตัวอย่างคำอธิบายของนักเรียนบางส่วน ให้ครูทำการอภิปรายเป็นกลุ่ม ครูให้ความสนใจระดับการใช้เหตุผลของนักเรียน หลังจากนั้นผู้วิจัยแจกบัตรงาน ซึ่งประกอบด้วยคำอธิบายที่แตกต่างกันของนักเรียน 20 ตัวอย่าง ให้ครูทำงานเป็นกลุ่มเพื่อทำการประเมินและอภิปรายคำอธิบายของนักเรียน กิจกรรมนี้จะทำให้ครูมีความเข้าใจบทบาทของคุณลักษณะเฉพาะในการสร้างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ และสิ่งที่ไม่ใช่คุณลักษณะเฉพาะบางอย่างที่อาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบต่าง ๆ

จากการวิจัยทดลองของ เฮิร์ชโควิทซ์ บรูกไฮเมอร์ และวินเนอร์ สรุปได้ว่า การให้ครูได้วิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะ และสิ่งที่ไม่ใช่คุณลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์จะช่วยทำให้ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของครูเหล่านี้ลดลงหรือหมดไป และการให้ครูได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อยเพื่อทำการประเมินและวิเคราะห์คำอธิบายของนักเรียน จะช่วยให้ครูมองเห็นความสำคัญของบทบาทของคุณลักษณะเฉพาะในการสร้างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์และบทบาทของสิ่งที่ไม่ใช่คุณลักษณะเฉพาะที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบต่าง ๆ สรุปได้ว่าการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่มีประสิทธิภาพนั้น ครูมีความจำเป็นต้องรู้ว่านักเรียนมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ อย่างไร และครูต้องมีประสบการณ์ในการสำรวจภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อนและวิเคราะห์หาสาเหตุ แล้วออกแบบกิจกรรมการสอนเพื่อซ่อมเสริมภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่ถูกต้องควบคู่กันไป

2.3 ตัวแบบของของแวน ฮีลี เกี่ยวกับระดับการคิด และพฤติกรรมในแต่ละระดับ

การสอนมโนทัศน์ทางเรขาคณิตต้องให้เหมาะสมกับระดับการคิดของนักเรียนตามตัวแบบ แวน ฮีลี ผู้วิจัยจึงทำการศึกษเกี่ยวกับตัวแบบของแวน ฮีลี เกี่ยวกับระดับการคิดเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย ความคิดทางเรขาคณิตของครู นักศึกษาครู และนักเรียน และจะใช้แนวการสอนของไดอานา แวน ฮีลี เป็นพื้นฐานในการออกแบบกิจกรรมให้นักศึกษาครู ซึ่งจะช่วยให้ นักศึกษาครูสามารถออกแบบกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์สำหรับนักเรียนให้มีความเหมาะสม นักศึกษาครูควรมีความรู้และความเข้าใจในตัวแบบของแวน ฮีลี โดยมีหลักการในการใช้บทบาทการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถก้าวไปสู่ระดับการคิดทางเรขาคณิต (Level of geometric thinking) ที่สูงขึ้นในระดับที่อยู่ถัดไป เรียกว่า ตัวแบบของแวน ฮีลี (The van Hiele model) ดังนี้

ระดับ 0 การมองเห็น (Visualization) เป็นการมองเห็นรูปเรขาคณิตในลักษณะของภาพรวม แต่ไม่เห็นรายละเอียด ไม่เข้าใจสมบัติหรือองค์ประกอบของรูป รู้จักศัพท์ทางเรขาคณิต สามารถแยกแยะรูปได้ โดยใช้ประสบการณ์ที่เคยพบมาก่อน สามารถลอกและเลียนแบบการวาดรูปได้

ระดับ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) นักเรียนเริ่มวิเคราะห์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต ผ่านการสังเกตและการทดลอง สามารถบอกสมบัติของรูปเรขาคณิตได้ โดยดูจากองค์ประกอบต่าง ๆ

ระดับ 2 การนิรนัยอย่างไม่เป็นทางการ (Informal Deduction) ในระดับนี้นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสมบัติทั้งภายในรูปและความสัมพันธ์ระหว่างรูปต่าง ๆ สามารถจำแนกประเภทของรูปได้ เริ่มเข้าใจบทนิยามและใช้การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ แต่ยังไม่เข้าใจระบบสัจพจน์ในการนิรนัย และสามารถเลียนแบบการพิสูจน์แต่ยังทำการพิสูจน์ด้วยตนเองไม่ได้

ระดับ 3 การนิรนัย (Deduction) นักเรียนเข้าใจการใช้ระบบสัจพจน์ในการสร้างทฤษฎีบททางเรขาคณิตเข้าใจความสัมพันธ์และบทบาทของคำนิยาม สัจพจน์ บทนิยาม ทฤษฎีบท และการพิสูจน์ สามารถสร้างการพิสูจน์ด้วยตนเองได้ และทำได้มากกว่า 1 วิธี เข้าใจเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ นั่นคือเข้าใจความแตกต่างระหว่างประพจน์และบทกลับของประพจน์

ระดับ 4 ระดับการคิดขั้นสุดยอด (Rigor) นักเรียนสามารถใช้ระบบสัจพจน์หลาย ๆ ระบบในการทำงาน สามารถเข้าใจเรขาคณิตนอกระบบยูคลิด สามารถเปรียบเทียบเรขาคณิตระบบอื่น ๆ ได้ และเข้าใจเรขาคณิตที่เป็นนามธรรม

สมบัติของระดับการคิดตามตัวแบบของ แวน ฮีลี มีดังนี้

1. เป็นไปตามลำดับขั้น (Sequential) โดยที่มีการคิดที่เรียงลำดับทีละระดับ ไม่มีการข้ามระดับ นักเรียนจะมีการคิดอยู่ในระดับใดนั้น ต้องผ่านระดับที่มาก่อนเสมอ

2. ความก้าวหน้า (Advancement) ความก้าวหน้าจากระดับหนึ่งไปสู่อีกระดับหนึ่งขึ้นอยู่กับเนื้อหาและวิธีสอน ไม่ขึ้นอยู่กับอายุหรือวุฒิภาวะ ไม่มีวิธีสอนใดที่จะทำให้นักเรียนสามารถก้าวกระโดดข้ามระดับต่าง ๆ ได้

3. สิ่งที่ไม่ขัดแย้งในระดับหนึ่งจะกลายเป็นสิ่งที่ขัดแย้งในอีกระดับหนึ่ง (Intrinsic and Extrinsic) ตัวอย่างเช่น ในระดับ 0 เป็นเพียงการรู้จักเฉพาะรูปร่างไม่เข้าใจในสมบัติของรูป พอมาถึงระดับ 1 สามารถเข้าใจสมบัติและองค์ประกอบของรูปด้วย

4. ภาษา (Linguistics) ในแต่ละระดับจะมีภาษาและสัญลักษณ์ตลอดจนความสัมพันธ์ของการเชื่อมโยงสัญลักษณ์เหล่านี้เป็นของตนเอง ถ้าครูใช้ภาษาที่อยู่สูงกว่าระดับการคิดของนักเรียนจะทำให้ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจได้

5. การไม่เข้ากัน (Mismatch) การสอนต้องให้สอดคล้องกับระดับการคิดของนักเรียน ถ้าครูใช้วิธีการสอนในระดับที่สูงกว่าระดับการคิดของนักเรียน นักเรียนจะไม่เข้าใจและอาจจะมีแนวโน้มที่จะลดระดับการคิดลงได้

ในการสอนโมทัศน์ทางเรขาคณิตนั้นต้องจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับระดับการคิดของนักเรียน นั่นคือ ถ้าเป็นเด็กเล็กต้องใช้ภาษาง่าย ๆ และอาจจะไม่จำเป็นต้องใช้ภาษาเขียน ถ้าเป็นเด็กโตจะสามารถใช้ภาษาเขียนได้ และต้องสอนจากสิ่งที่ย่อยไปยาก ไม่ควรนำสิ่งที่เกินระดับการคิดของนักเรียนมาสอนเพราะนักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจได้

2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต

สำหรับการจัดระบบการเรียนการสอนทั้งเนื้อหาและสื่อที่ใช้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการสอน ไดนา แวน ฮิลลี –เกลดอฟ (Crowley, 1987 : 5 ; Fuy, Geddes & Tischler 1988 : 8 ; citing van Hiele -- Geldof, 1984b.) ได้พัฒนาวิธีสอนอย่างเป็นลำดับขั้นเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาระดับการคิดของตนเองให้มีความก้าวหน้าไปสู่ระดับที่สูงขึ้นที่อยู่ถัดไปที่ระดับ ขั้นตอนในการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิตมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ การสืบสวนสอบสวน/การแสวงหาความรู้ การทำกิจกรรมที่กำหนดทิศทางให้ การอธิบาย การทำกิจกรรมที่ไม่กำหนดทิศทาง และการบูรณาการ

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการสอนเรื่อง รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน สำหรับนักเรียนระดับ 2 ตามขั้นตอนการสอนของ ไดนา แวน ฮิลลี มีดังนี้

1. การสืบสวนสอบสวน/การแสวงหาความรู้ (Inquiry/Information) ในขั้นตอนนี้ ครูและนักเรียนสนทนากันและทำกิจกรรมเกี่ยวกับสิ่งที่จะศึกษา มีการตั้งคำถามและแนะนำคำศัพท์ทางเรขาคณิตตามระดับของนักเรียน (Hoffer, 1983 : 208) ตัวอย่าง เช่น ครูถามนักเรียนว่า รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน คืออะไร รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส คืออะไร รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานคืออะไร รูปที่กล่าวมามีลักษณะที่คล้ายคลึงกันอย่างไร แตกต่างกันอย่างไร นักเรียนคิดว่า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนได้หรือไม่ รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้หรือไม่ เพราะเหตุใด จุดมุ่งหมายของกิจกรรมนี้คือการทดสอบความรู้เดิมของนักเรียน และทำให้นักเรียนรู้ว่าต่อไปจะศึกษาเรื่องอะไร

2. การทำกิจกรรมที่กำหนดทิศทาง (Directed Orientation) นักเรียนทำกิจกรรมเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียนโดยใช้วัสดุที่ครูจัดเตรียมไว้อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งในที่สุดจะปรากฏให้เห็นระดับการคิดของนักเรียนในระดับนี้ ใช้กิจกรรมการจัดประเภทเพื่อหาลักษณะเฉพาะของรูปที่ศึกษา ตัวอย่างเช่น ครูให้นักเรียนใช้กระดาษตะปูสร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนให้มีเส้นทแยงมุมยาวเท่ากัน สร้างรูปที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เล็กลง อีกกิจกรรมหนึ่ง เช่น สร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนให้มี มุมฉาก 4 มุม มุมฉาก 3 มุม มุมฉาก 2 มุม มุมฉาก 1 มุม เป็นต้น

3. ให้การอธิบาย (Explicitation) นักเรียนจะเริ่มเปลี่ยนแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน ครูช่วยให้นักเรียนใช้ภาษาให้ถูกต้องและเหมาะสมแต่ครูควรมิบทบาทให้น้อยที่สุด ในขั้นตอนนี้ นักเรียนเริ่มเห็นความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในขอบเขตของระดับ 2 โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนต่อไป โดยให้นักเรียนอภิปรายกับเพื่อนและ อภิปรายร่วมกับครู เกี่ยวกับรูปร่างและสมบัติที่พบในการทำกิจกรรม

4. การทำกิจกรรมที่ไม่กำหนดทิศทาง (Free Orientation) นักเรียนเรียนรู้จากการทำกิจกรรมที่ซับซ้อนขึ้นและเป็นกิจกรรมที่มีหลายขั้นตอน กิจกรรมที่จะทำสมบูรณ์ได้ต้องใช้หลาย ๆ วิธี และเป็นกิจกรรมปลายเปิด ได้รับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีของตนเอง โดยใช้การสำรวจความสัมพันธ์ต่าง ๆ ระหว่างสิ่งที่กำลังศึกษา ทำให้เห็นความสัมพันธ์ชัดเจนขึ้น

5. การบูรณาการ (Integration) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนมาทั้งหมดแสดงความสัมพันธ์ที่ได้ในลักษณะเป็นภาพรวม ไม่ใช่ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นใหม่ แต่เป็นการทบทวนสิ่งที่เรียนรู้แล้วในการทำกิจกรรมตั้งแต่เริ่มต้น เช่น สรุปสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนทั้งหมด เป็นต้น

เมื่อสิ้นสุดในขั้นตอนที่ 5 นักเรียนจะก้าวไปสู่ระดับการคิดใหม่ ความคิดใหม่จะไปแทนที่ความคิดเก่าและพร้อมที่จะเรียนรู้ในระดับต่อไป

ซึ่งจะเห็นได้ว่าระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นไปสู่ระดับที่อยู่เหนือกว่าไม่ข้ามระดับได้โดยอาศัยแนวทางการสอนที่เหมาะสม คือ สอนตามระดับการคิด ไม่ข้ามระดับและ ใช้ภาษาและกิจกรรมให้เหมาะสมกับระดับการคิดของนักเรียน

ในการสอนเรขาคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้น นักศึกษาคูควรมีความรู้เกี่ยวกับตัวแบบของแวน ฮีลี และการสอนเพื่อยกระดับการคิดของ ไดนา แวน ฮีลี เพื่อนำไปประกอบในการออกแบบกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับระดับการคิดของนักเรียน ทำให้การเรียนรู้ในทัศนทางเรขาคณิตมีประสิทธิภาพ เมื่อครูพบว่านักเรียนมีระดับการคิดที่ต่ำกว่าระดับที่ควรจะเป็นสามารถช่วยให้นักเรียนก้าวไปยังระดับที่ควรจะเป็นได้โดยใช้แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดของไดนา แวน ฮีลี

3. แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอน

3.1 แนวคิดทั่วไปเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอน

สมรรถภาพการสอนเป็นสมรรถภาพที่สำคัญและจำเป็นสำหรับนักศึกษาคู สถาบันผลิตครูจึงเน้นความสำคัญของสมรรถภาพการสอนเป็นอันมาก เห็นได้จากให้น้ำหนักด้านการสอนมากกว่าด้านอื่น ถึงแม้ว่าจะต้องปฏิบัติงานอื่นด้วยก็ตามแต่เน้นที่งานสอนเป็นความสำคัญที่สุด

โครงการวิจัยศึกษาด้านการผลิตและการใช้ครู (2530) มีผลสรุปเกี่ยวกับสมรรถภาพที่พึงประสงค์ของครูประถมศึกษาในส่วนที่เป็นสมรรถภาพสำหรับงานสอนไว้ดังนี้

1. สมรรถภาพด้านความรู้ แบ่งเป็น
 - 1.1 มีความรู้ในเนื้อหาวิชา
 - 1.2 มีความรู้ในทางวิชาชีพครู
2. สมรรถภาพด้านทักษะ แบ่งเป็น
 - 2.1 มีทักษะที่จำเป็นสำหรับครูประถมศึกษา
 - 2.2 มีทักษะเฉพาะในวิชาที่สอน
3. สมรรถภาพด้านคุณลักษณะและทัศนคติ
 - 3.1 มีคุณลักษณะและทัศนคติทั่วไปในการปฏิบัติงานสอนและงานอื่น
 - 3.2 มีทัศนคติที่ดีต่อการสอนเฉพาะวิชาเป็นพิเศษ

คณะวิจัยชุดเดียวกัน ได้สรุปสมรรถภาพที่พึงประสงค์ของครูมัธยมศึกษาในด้านการสอนไว้ดังนี้

1. จัดการเรียนการสอนได้สอดคล้องกับจุดหมาย หลักการและโครงสร้างของหลักสูตร
2. สามารถสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้
 - 2.1 สามารถใช้ภาษาสื่อความหมายกับนักเรียนได้อย่างดี
 - 2.2 นำหลักจิตวิทยามาประยุกต์อย่างได้ผลและประเมินผลการเรียนได้อย่างเหมาะสม
 - 2.3 สามารถสร้างบรรยากาศเพื่อให้นักเรียนสนใจใฝ่หาความรู้เพิ่มเติม
 - 2.4 สามารถใช้กลวิธีการสอนได้เหมาะสมกับบทเรียน

3. สามารถประเมินผลการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. สามารถนำทรัพยากรในชุมชนมาเป็นประโยชน์ในการสอน
5. สามารถปรับการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีและวิทยาการใหม่ ๆ

จากแนวคิดนี้จะพบว่าสมรรถภาพการสอนนั้นจำแนกออกเป็นส่วนที่สำคัญ ๆ 3 ด้าน คือ สมรรถภาพด้านความรู้ สมรรถภาพด้านหลักสูตร และ สมรรถภาพด้านการดำเนินการสอน สำหรับในส่วนที่เป็นส่วนประกอบย่อยของสมรรถภาพด้านต่าง ๆ อาจมีรายละเอียดปลีกย่อยแตกต่างกันออกไปตามธรรมชาติและลักษณะของวิชาเฉพาะ

3.2 แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอนวิชาคณิตศาสตร์

การสอนภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่มีประสิทธิภาพองค์ประกอบหนึ่งคือตัวครู ครูจะต้องมีทั้งความรู้ในเนื้อหาเรขาคณิตและความรู้ทางการเรียนการสอนเป็นอย่างดี ครูจึงจะสามารถถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอนคณิตศาสตร์เป็นลำดับต่อไป ดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2531. : 240-245) กล่าวถึงสมรรถภาพด้านการสอนของครูคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สมรรถภาพด้านวิชาการ ครูคณิตศาสตร์ควรมีความรู้ดังนี้
 - 1.1 มีความรู้ในเนื้อหาสาระวิชาคณิตศาสตร์ให้ลึกซึ้งก่อนที่จะไปทำการสอน
 - 1.2 มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์พอจะเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมต่อไป
 - 1.3 มีความรู้ด้านจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอน
 - 1.4 มีความรู้ด้านการใช้สื่อทัศนูปกรณ์
 - 1.5 มีความรู้ด้านการใช้ห้องสมุด
 - 1.6 มีความรู้ด้านการวิจัย
2. สมรรถภาพด้านหลักสูตร เรื่องนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับครูทุกคน ครูควรจะต้องศึกษาหลักสูตรให้เข้าใจและต้องแท้ ในด้านหลักสูตรครูควรมีความรู้ดังนี้
 - 2.1 หลักสูตร ครูคณิตศาสตร์จะต้องศึกษา หลักการ จุดหมาย โครงสร้างของหลักสูตรให้เข้าใจ
 - 2.2 สามารถตีความจุดมุ่งหมายและจุดประสงค์เฉพาะวิชาในหลักสูตรเป็นพฤติกรรมได้
 - 2.3 เข้าใจหลักสูตรปัจจุบันและเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียได้
 - 2.4 รู้จักปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพของท้องถิ่น
 - 2.5 รู้จักปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับสภาพการเรียนการสอน
3. สมรรถภาพด้านการดำเนินการสอน ครูคณิตศาสตร์ควรจะรู้อะไรบ้าง เพื่อเป็นการเตรียมตัวในด้านการสอน ถ้าต้องการเป็นครูคณิตศาสตร์ที่มีสมรรถภาพก็ควรจะต้องมีความรู้ในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
 - 3.1 รู้ปัญหาการสอนคณิตศาสตร์
 - 3.2 รู้จุดหมายและจุดประสงค์เฉพาะวิชา และสามารถตีออกเป็นพฤติกรรมแล้วนำมาสอนให้สอดคล้องตามจุดหมายและจุดประสงค์เฉพาะวิชานั้น
 - 3.3 รู้ความหมายและสามารถเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 3.4 รู้วิธีสอนต่าง ๆ และรู้จักเลือกใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา

3.5 มีทักษะการสอนคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะการนำเข้าสู่บทเรียน ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการสรุปบทเรียน ทักษะการจูงใจ ทักษะการใช้กระดานดำ ทักษะการคำนวณ ทักษะการใช้สื่อการเรียนการสอน ทักษะการยกตัวอย่าง ทักษะการเล่าเรื่อง

3.6 รู้จักเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน และมีเทคนิคในการสอน

3.7 มีความรู้ในเรื่องการจัดการเรียนการสอน เช่น การสอนเป็นคณะ การเรียนเป็นคณะ การเรียนโดยใช้ศูนย์การเรียนรู้ การสอนแบบจุลภาค การสอนตามเอกัตภาพ เป็นต้น

3.8 มีความรู้ในการเลือกใช้กิจกรรมและการนำคู่มือเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน

3.9 รู้จักผลิตวัสดุอุปกรณ์ง่าย ๆ

3.10 รู้จักเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนจากสิ่งแวดล้อม

3.11 รู้จักวิธีการวัดและประเมินผล ทั้งของครูและนักเรียน

3.12 รู้จักวางแผนการสอนและทำบันทึกการสอนที่ใช้ได้ในการสอนจริง ๆ

3.13 รู้จักวิเคราะห์ข้อสอบ

3.14 รู้จักทำวิจัยเพื่อติดตามผลการเรียนการสอนเพื่อนำมาปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้น

3.15 มีความสามารถในการด้านการปกครองชั้น

3.16 มีความสามารถด้านการถ่ายทอดความรู้

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics. 1991 : 123 -173) กล่าวถึงมาตรฐานของครูคณิตศาสตร์ไว้ 6 ประการ ได้แก่ มาตรฐาน 1 การมีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี มาตรฐาน 2 การมีความรู้ความเข้าใจคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียน มาตรฐาน 3 การเข้าใจนักเรียนในฐานะเป็นผู้เรียนคณิตศาสตร์ มาตรฐาน 4 การมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มาตรฐาน 5 การพัฒนาตนในฐานะเป็นครูคณิตศาสตร์ และ มาตรฐาน 6 การมีบทบาทในการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์

มาตรฐาน 1 การมีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี ประสบการณ์ที่ครูได้รับในขณะที่เรียนคณิตศาสตร์ จะมีผลกระทบต่อการเรียนการสอนที่ครูจัดให้นักเรียน ครูจะใช้เวลาหลายชั่วโมงในการเรียนรู้คณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษาในห้องเรียน มีการลงมือปฏิบัติจริง มีการสัมมนา เป็นต้น ประสบการณ์เหล่านี้จะช่วยให้มีการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ ความเชื่อเกี่ยวกับความสำเร็จและความล้มเหลวของการนำไปใช้จริงในห้องเรียน นอกจากนี้ยังได้แนวคิดเกี่ยวกับกลวิธีและเทคนิคสำหรับสอนเนื้อหาเฉพาะ

มาตรฐาน 2 การมีความรู้ ความเข้าใจคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษาในโรงเรียน ความรู้ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นองค์ประกอบสำคัญในการเตรียมครูคณิตศาสตร์ การมีความรู้ด้านคณิตศาสตร์จะช่วยอำนวยความสะดวกและทำให้ครูมีความเชื่อมั่นในการสอนคณิตศาสตร์ ยิ่งเมื่อมีมโนทัศน์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ทำให้ครูสามารถเลือกกิจกรรมการเรียนการสอน สามารถจัดสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนได้เหมาะสม

มาตรฐาน 3 การเข้าใจนักเรียนในฐานะเป็นผู้เรียนคณิตศาสตร์ การศึกษาถึงหลักการทั่วไปของการเรียนและการสอนยังไม่เพียงพอสำหรับครูคณิตศาสตร์ เพราะยังไม่ได้มีการพิจารณาถึงธรรมชาติของคณิตศาสตร์และการวิจัยเกี่ยวกับการคิดของนักเรียนและนำสิ่งเหล่านี้ไปใช้ในการเรียนการสอน การรับรู้ของนักเรียนมีความหลากหลาย สิ่งที่นักเรียนรับรู้อาจมีความสับสนหรือยังไม่สมบูรณ์หรือยังไม่นำไปใช้ไม่ได้

ครูจึงจำเป็นต้องตรวจสอบ (Examine) การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยการสร้างหรือเลือกกิจกรรม เพื่อให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนให้เข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาทัศนมิติ (Perspective) ที่มีต่อนักเรียนให้มีความหลากหลายจะช่วยให้ครูสามารถจัดสิ่งแวดล้อมให้มีความเหมาะสมสำหรับส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

มาตรฐาน 4 การมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การที่ครูจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ สามารถแก้ปัญหาและนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ ต้องอาศัยทั้งความรู้และความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของครูเป็นสำคัญ ครูจึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ตัวแบบเหล่านี้เป็นอย่างดี โดยที่ครูต้องมีความเข้าใจถึงข้อดีและข้อเสียของทางเลือกต่าง ๆ และสามารถแปลงตัวแบบดังกล่าวให้สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายสำหรับนักเรียน

มาตรฐาน 5 การพัฒนาตนในฐานะเป็นครูคณิตศาสตร์ มาตรฐานนี้เป็นประเด็นซึ่งถือเป็นหัวใจของการสอนคณิตศาสตร์ จุดมุ่งหมายของการฝึกหัดครูคือ การให้ผู้ที่จะเป็นครูคณิตศาสตร์เห็นแนวทางในการวางแผนการสอนและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การฝึกปฏิบัติการสอนคณิตศาสตร์ จนกระทั่งเกิดความตระหนักในการเป็นครูคณิตศาสตร์ และมีศึกษาค้นหาวิธีการสอนแบบใหม่ที่ดีกว่าเก่าและทำให้ครูเกิดความเข้าใจและนำไปเปลี่ยนแปลงการสอนของตนเอง

มาตรฐาน 6 การมีบทบาทในการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ การพัฒนาวิชาชีพของครูคณิตศาสตร์นั้นจะเน้นในห้องเรียนเป็นสำคัญ แนวทางในการพัฒนาวิชาชีพ ได้แก่ การทดลองใช้วิธีการต่าง ๆ ในการเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ กลวิธีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ การรู้จักวิเคราะห์และปรับกลวิธีที่ใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความสามารถและมีความเชื่อมั่นทางคณิตศาสตร์ โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความรู้ระหว่างครูด้วยกันทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียน จะช่วยเสริมสร้างและขยายการเจริญงอกงามของทางวิชาชีพของครู

จากมาตรฐาน 6 ประการดังกล่าว เป็นมาตรฐานในการสร้างครูคณิตศาสตร์ให้เป็นครูที่ดี เมื่อนำมาตรฐานต่าง ๆ มาวิเคราะห์ พบว่า ในมาตรฐาน 1 ถึง มาตรฐาน 4 นั้น เป็นสมรรถภาพการสอนของครูคณิตศาสตร์ และเมื่อนำแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอนดังกล่าวมา จะได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอนของคณิตศาสตร์มีองค์ประกอบใหญ่ ๆ 2 องค์ประกอบ คือ ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการและความสามารถทางวิชาชีพครู โดยที่ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการเป็นความสามารถด้านความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ส่วนความสามารถทางวิชาชีพครู เป็นความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า สมรรถภาพการสอนของครูเป็นสิ่งสำคัญสำหรับครูคณิตศาสตร์ทุกคน เพราะครูคณิตศาสตร์ที่ดีนั้นต้องมีทั้งความรู้ในด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียน รวมทั้งควรมีความรู้ทางด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี ผู้วิจัยได้นำแนวคิดเกี่ยวกับมาตรฐานทั้ง 6 ประการ มาเป็นแนวในการจัดกิจกรรมสำหรับตัวแบบที่จะพัฒนาขึ้น ได้แก่ มาตรฐาน 1-4 ซึ่งเป็นมาตรฐานเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอนของครู นั้น ผู้วิจัยได้ให้นักศึกษาครูมีประสบการณ์ในการสอนและมีความรู้ ความเข้าใจคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ตลอดจนเข้าใจถึงปัญหาที่ทำให้นักเรียนมีภาพลักษณ์ในทัศนคติที่คลาดเคลื่อน วิเคราะห์หาสาเหตุและนำสิ่งเหล่านี้มาเป็นแนวในการออกแบบกิจกรรม นอกจากนี้ยังให้นักศึกษาครูได้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนเรขาคณิตจากการศึกษาด้วยตนเองส่วนหนึ่ง จากการให้ความรู้ของผู้วิจัยส่วนหนึ่ง ซึ่งเป็นการส่งเสริมมาตรฐาน 1-4 สำหรับมาตรฐาน 5 นั้น เป็นการส่งเสริมให้นักศึกษาครูรู้จักพัฒนาตนเอง โดยฝึกนักศึกษาครูให้รู้จักการวางแผนการสอน และ

ทดลองสอนก่อนจะออกไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเต็มรูป ในส่วนที่ส่งเสริม มาตรฐาน 6 นั้น ให้นักศึกษาคู ออกแบบกิจกรรมเป็นกลุ่ม โดยมีการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ นำข้อเสนอแนะมาเป็นแนวทางในการออกแบบ กิจกรรม แล้วทดลองสอนโดยใช้กิจกรรมที่ตนออกแบบ เมื่อพบข้อบกพร่องมีการแก้ไขปรับปรุงจนได้วิธีการ สอนที่ดีที่สุดใน ส่วนนี้จะเป็นการฝึกให้นักศึกษารู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม รู้จักแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น เพื่อช่วยให้เกิดการขยายความงอกงามของอาชีพครู

3.3 การประเมินสมรรถภาพการสอน

การประเมินสมรรถภาพการสอนนั้นต้องมีการประเมินที่ครอบคลุมในหลายด้าน สถาบันผลิตครู มีการกำหนดรายละเอียดไว้เป็นแนวทางในการประเมินต่าง ๆ กัน รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน สมรรถภาพการสอน ก็มีการกำหนดรายละเอียดแตกต่างกันออกไป

กรมการฝึกหัดครู (2531) ได้สร้างแบบประเมินสมรรถภาพด้านการสอนเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การเตรียมการสอน

1. ทำบันทึกการสอนเป็นลำดับขั้นถูกต้อง
2. เขียนเนื้อหาของบทเรียนให้เรียงลำดับแนวคิดอย่างมีขั้นตอนที่เหมาะสมกับผู้เรียน และเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน
3. เขียนความคิดรวบยอดและหลักการได้ถูกต้อง กระชับรัดและสอดคล้องกับบทเรียน
4. เขียนจุดประสงค์การสอนเชิงพฤติกรรมได้ถูกต้องและสอดคล้องกับความคิดรวบยอด
5. กำหนดการเรียนการสอนอย่างมีลำดับขั้นต่อเนื่อง และก่อให้เกิดการเรียนรู้ตาม จุดประสงค์และความคิดรวบยอด/ หลักการของเนื้อหา
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะกับนักเรียน เวลาเรียน และสภาพห้องเรียน
7. กำหนดสื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับจุดประสงค์ ความคิดรวบยอด หลักการของ เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน
8. กำหนดสื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับนักเรียน สภาพห้องเรียน และแสดงถึงความ ใฝ่หาสื่อการเรียนการสอน
9. กำหนดวิธีวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอน
10. ใช้ภาษาในการเขียนบันทึกการสอนถูกต้อง อ่านง่าย และสื่อความหมายชัดเจน
11. ทำบันทึกการสอนได้เป็นระเบียบเรียบร้อย และมีความประณีต
12. ส่งบันทึกการสอนได้ตามเวลาที่กำหนดก่อนดำเนินการสอน

ตอนที่ 2 การดำเนินการสอน

1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้มีลำดับขั้น ต่อเนื่อง ครบทุกขั้นตอน เหมาะกับเวลา
2. ใช้วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหา
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน อย่างเหมาะสม
4. อธิบายมีลำดับขั้นตอน จังหวะเหมาะสม น้ำเสียงชัดเจน และใช้ภาษาถูกต้อง
5. ใช้คำถามเหมาะสม กับระดับของผู้เรียนและตรงประเด็นกับเนื้อหา
6. ให้ระยะเวลาในการคิดและตอบคำถามหรือให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเหมาะสม
7. ใช้สื่อการเรียนการสอนถูกต้อง คุ่มค่า และเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน
8. ให้ความรู้ในเนื้อหาที่สอนถูกต้อง แม่นยำ และทันต่อเหตุการณ์ปัจจุบัน
9. สรุปร่วมโยงกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

10. สอดแทรกจริยธรรมแก่ผู้เรียนตามโอกาสที่เหมาะสม
11. ให้ความสนใจแก่ผู้เรียนอย่างทั่วถึง
12. ใช้วิธีการที่เหมาะสมในการเสริมแรงแก่ผู้เรียน
13. แก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างเหมาะสม
14. มีความเข้าใจผู้เรียนและเป็นกันเองต่อผู้เรียน
15. ใช้วิธีการวัดและประเมินผลในกระบวนการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม
16. เข้าสอนและเลิกสอนตรงตามเวลา
17. มีอารมณ์มั่นคงและควบคุมอารมณ์ในขณะสอนได้อย่างเหมาะสม
18. ใช้ิริยาท่าทางในขณะสอนได้อย่างเหมาะสม

จากแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอนและการประเมินสมรรถภาพการสอนดังกล่าวมา ผู้วิจัยจึงทำการวัดสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครูจากความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการและความสามารถทางวิชาชีพครูเท่านั้นเนื่องด้วยนักศึกษาครูเหล่านี้ไม่ได้ทำการสอนประจำแต่สอนเฉพาะบางช่วงและบางเรื่องเท่านั้นจึงไม่สามารถประเมินสมรรถภาพการสอนได้ทุกด้าน โดยที่ผู้วิจัยจะวัดความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการจากการวัดความสามารถในสามด้านต่อไปนี้คือ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ในเนื้อหาเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ วัดความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและวัดภาพลักษณ์โน้มน้าทางเรขาคณิต ส่วนความสามารถทางวิชาชีพครู วัดความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิต การเตรียมการสอน และการดำเนินการสอน

3.4 กิจกรรมส่งเสริมความสามารถด้านวิชาการ

จากการพัฒนาชุดการสอนเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของ โทมัส ไพศาล (2540) และได้ทดลองใช้กับนักศึกษาครูโปรแกรมคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมให้นักศึกษาครูมีความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยศึกษาด้วยตนเอง จากแนวคิดนี้ทำให้ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าการส่งเสริมให้นักศึกษาครูมีความรู้เรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้นวิธีการหนึ่งที่สามารถกระทำได้คือ การให้นักศึกษาครูศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอนที่ โทมัส ไพศาล เป็นผู้พัฒนาขึ้น โดยเน้นเนื้อหาที่มีการเชื่อมโยงกับการวิจัย เช่น การนำความรู้เรื่องความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ไปใช้ การทำกิจกรรมเช่นนี้จะช่วยเสริมเนื้อหาในส่วนที่ผู้วิจัยไม่สามารถนำมาเป็นตัวอย่างจัดกิจกรรมตามตัวแบบได้เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องเวลาได้อีกด้วย ผู้วิจัยจึงเลือกกิจกรรมในการส่งเสริมความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการในส่วนที่เป็นความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยให้นักศึกษาครูศึกษาจากชุดการสอนดังกล่าวด้วยตนเอง ทำการทดสอบจากแบบทดสอบวัดความรู้ด้านเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ถ้านักศึกษาครูคนใดสอบได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ถือว่านักศึกษาครูคนนั้นผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ถือว่ามีความรู้ตามชุดการสอน ไม่ต้องศึกษาจากชุดการสอน แต่ถ้านักศึกษาครูคนใดสอบได้ไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ให้ศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอนและสามารถทดสอบจนถึงเกณฑ์ที่กำหนด ในด้านความสามารถทางวิชาชีพครูส่วนที่เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตนั้น ผู้วิจัยมอบหมายให้นักศึกษาครูศึกษาจากหนังสือเรียนและคู่มือครูส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งจะได้จากส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนของการเตรียมนักศึกษาครู

4. แนวคิดผู้วิจัยในการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต

จากการศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ของ เอิร์ชโควิทซ์ บรุดไฮเมอร์ และวินเนอร์ แนวคิดเกี่ยวกับการสอนโน้ตทัศน์ และตัวแบบของ แวน ฮิลี และลำดับขั้นการเรียนรู้ของ ไตนา แวน ฮิลี พบว่า การคิดทางเรขาคณิตนั้นสามารถพัฒนาได้อย่างเป็นลำดับขั้น ถ้าใช้ลำดับขั้นการสอนที่เหมาะสม แนวคิดเกี่ยวกับลำดับขั้นการเรียนรู้ของไตนา แวน ฮิลี และ แนวคิดเกี่ยวกับการสอนโน้ตทัศน์ ตลอดจนแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพการสอนดังกล่าวมาข้างต้นมาประกอบกันเพื่อทำการพัฒนาตัวแบบ ด้วยความเชื่อว่าการสอนโน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตจะประสบความสำเร็จได้เมื่อยืนอยู่บนพื้นฐานความเข้าใจในระดับการคิดของนักเรียน และต้องมีการนำเสนอสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างเป็นไปอย่างเหมาะสม การให้นักศึกษาครูได้รับประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจโน้ตทัศน์ของนักเรียน และวิเคราะห์หาภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนพร้อมทั้งค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน และช่วยกันเสนอแนวทางแก้ไขด้วยตนเอง จะช่วยแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่นักศึกษาครูมีอยู่ให้ลดน้อยลงหรือหมดไป และสามารถให้ความช่วยเหลือนักเรียนได้ นอกจากนี้การให้นักศึกษาครูได้ช่วยกันวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ครู นักศึกษาครู และนักเรียนมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จากผลการสำรวจของผู้วิจัยและเปรียบเทียบกับที่นักศึกษาครูสำรวจได้ จะทำให้นักศึกษาครูมองเห็นปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนเรขาคณิตในโรงเรียนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับครู นักเรียน และนักศึกษาครู และเกิดความตระหนักว่าภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่ถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญสำหรับครู นักศึกษาครูและนักเรียน เมื่อให้นักศึกษาครูเหล่านี้ได้ออกแบบกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียนและนำไปทดลองใช้สอนนักเรียน จะเป็นการเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนให้แก่ นักศึกษาครูในส่วนที่เป็นความสามารถทางวิชาชีพครูในส่วนที่เป็นการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนสำหรับนักศึกษาครู การรู้จักประเมินกิจกรรมที่นำไปสอนด้วยตนเองแล้วนำข้อบกพร่องนำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนจนกระทั่งได้กิจกรรมที่มีประสิทธิภาพสำหรับนักเรียน จะไปช่วยเสริมการวิจัยในชั้นเรียนได้อีกด้วย ถ้าหากได้นำแนวคิดข้างต้นมาผสมผสานกับการจัดกิจกรรมให้มีความเหมาะสม จะสามารถพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครูให้มีประสิทธิภาพได้

เพื่อเป็นการนำทางการพัฒนาตัวแบบการฝึกนักศึกษาครู สิ่งสำคัญก็คือการจัดการเรียนการสอนจากปัญหาที่ได้จากการสำรวจจริง ผู้วิจัยจึงได้ออกไปสำรวจปัญหาภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตในเขตภาคกลางตอนบน และยึดเอาแนวทางดำเนินงาน ตั้งแต่ การศึกษางานวิจัย การสำรวจปัญหาจริง การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้เป็นแหล่งค้นคว้า การออกแบบกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนให้นักศึกษาครูผ่านกิจกรรมเตรียมความพร้อมทั้งความรู้ในด้านเนื้อหาเรขาคณิตและความรู้ในด้านการสอน การฝึกออกแบบกิจกรรม เรียนรู้การตรวจสอบคุณภาพของกิจกรรม ตลอดจนการทดลองสอนภาคสนาม โดยใช้กิจกรรมและแผนการสอนที่ออกแบบขึ้น มีการประเมินและปรับปรุงแก้ไขการเรียนการสอนของตนเป็นรูปแบบการพัฒนาเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์เรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู ทั้งนี้ให้มีการตรวจสอบคุณภาพนับเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของตัวแบบ จะได้ตัวแบบฉบับร่าง ประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 กิจกรรม คือ ผู้วิจัยเตรียมข้อมูล การเตรียมนักศึกษาครู และการให้นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนาม ดังภาพประกอบ 20 ดังนี้

ผู้วิจัย เตรียมข้อมูล	ผู้วิจัยเตรียมข้อมูลดังต่อไปนี้ 1. ศึกษางานวิจัยภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต 2. สำรวจปัญหาจริงและรวบรวมประเด็นปัญหาที่ได้ 3. เตรียมเอกสารช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครูเพื่อเป็นแหล่งค้นคว้าในขั้นการเตรียมนักศึกษาครู								
การเตรียม นักศึกษาครู	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="263 373 390 585"> ส่วนที่ 1 กิจกรรม สำรวจ ภาพลักษณ์ ในทัศน </td><td data-bbox="390 373 1317 585"> ให้นักศึกษาครูปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้คือ 1. สังเกตภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนและของบุคคลทั่วไป ® ทดสอบภาพลักษณ์ก่อนเรียน 2. สำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 3. รวมผลสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 4. สรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนตามลำดับมากน้อย </td></tr> <tr> <td data-bbox="263 585 390 919"> ส่วนที่ 2 กิจกรรม เตรียมความรู้ พื้นฐาน </td><td data-bbox="390 585 1317 919"> แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูทำการศึกษาเนื้อหาและหลักสูตรเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอน หนังสือเรียนและคู่มือครู) 2. ผู้วิจัยให้ความรู้และนักศึกษาครูทำการศึกษาและอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต 2.5 การเขียนแผนการสอน </td></tr> <tr> <td data-bbox="263 919 390 1225"> ส่วนที่ 3 กิจกรรม การวิเคราะห์ ผลกระทบ และเสนอ แนวทาง ป้องกัน และแก้ไข </td><td data-bbox="390 919 1317 1225"> 1. ผู้วิจัยเสนอปัญหาเพื่อให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2. นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของการมีภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนที่มีต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต เสริมด้วยความเห็นของผู้วิจัย 3. นักศึกษาครูนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 4. ผู้วิจัยทำการทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู ® ทดสอบนอกเวลา อย่างละ 3 ชั่วโมง 1 วัน 4.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 4.2 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาชีพครู วัดจากความรู้เกี่ยวกับ หลักสูตร วิธีสอน เรขาคณิต </td></tr> <tr> <td data-bbox="263 1225 390 1443"> ส่วนที่ 4 การออกแบบ กิจกรรมและ ตรวจสอบ ความเป็นไป ได้ </td><td data-bbox="390 1225 1317 1443"> 1. ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน และมอบหมายให้นักศึกษาออกแบบกิจกรรม 2. นักศึกษาครูปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการออกแบบกิจกรรม 3. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศน 4. นักศึกษาครูเสนอกิจกรรมที่ออกแบบ อภิปรายข้อดี ข้อเสียของกิจกรรมที่เสนอ ปรับปรุงแก้ไข 5. นักศึกษาครูนำกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2-3 คน 8* </td></tr> </table>	ส่วนที่ 1 กิจกรรม สำรวจ ภาพลักษณ์ ในทัศน	ให้นักศึกษาครูปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้คือ 1. สังเกตภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนและของบุคคลทั่วไป ® ทดสอบภาพลักษณ์ก่อนเรียน 2. สำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 3. รวมผลสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 4. สรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนตามลำดับมากน้อย	ส่วนที่ 2 กิจกรรม เตรียมความรู้ พื้นฐาน	แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูทำการศึกษาเนื้อหาและหลักสูตรเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอน หนังสือเรียนและคู่มือครู) 2. ผู้วิจัยให้ความรู้และนักศึกษาครูทำการศึกษาและอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต 2.5 การเขียนแผนการสอน	ส่วนที่ 3 กิจกรรม การวิเคราะห์ ผลกระทบ และเสนอ แนวทาง ป้องกัน และแก้ไข	1. ผู้วิจัยเสนอปัญหาเพื่อให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2. นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของการมีภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนที่มีต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต เสริมด้วยความเห็นของผู้วิจัย 3. นักศึกษาครูนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 4. ผู้วิจัยทำการทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู ® ทดสอบนอกเวลา อย่างละ 3 ชั่วโมง 1 วัน 4.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 4.2 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาชีพครู วัดจากความรู้เกี่ยวกับ หลักสูตร วิธีสอน เรขาคณิต	ส่วนที่ 4 การออกแบบ กิจกรรมและ ตรวจสอบ ความเป็นไป ได้	1. ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน และมอบหมายให้นักศึกษาออกแบบกิจกรรม 2. นักศึกษาครูปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการออกแบบกิจกรรม 3. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศน 4. นักศึกษาครูเสนอกิจกรรมที่ออกแบบ อภิปรายข้อดี ข้อเสียของกิจกรรมที่เสนอ ปรับปรุงแก้ไข 5. นักศึกษาครูนำกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2-3 คน 8*
ส่วนที่ 1 กิจกรรม สำรวจ ภาพลักษณ์ ในทัศน	ให้นักศึกษาครูปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้คือ 1. สังเกตภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนและของบุคคลทั่วไป ® ทดสอบภาพลักษณ์ก่อนเรียน 2. สำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 3. รวมผลสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 4. สรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนตามลำดับมากน้อย								
ส่วนที่ 2 กิจกรรม เตรียมความรู้ พื้นฐาน	แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูทำการศึกษาเนื้อหาและหลักสูตรเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอน หนังสือเรียนและคู่มือครู) 2. ผู้วิจัยให้ความรู้และนักศึกษาครูทำการศึกษาและอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต 2.5 การเขียนแผนการสอน								
ส่วนที่ 3 กิจกรรม การวิเคราะห์ ผลกระทบ และเสนอ แนวทาง ป้องกัน และแก้ไข	1. ผู้วิจัยเสนอปัญหาเพื่อให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2. นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของการมีภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนที่มีต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต เสริมด้วยความเห็นของผู้วิจัย 3. นักศึกษาครูนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 4. ผู้วิจัยทำการทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู ® ทดสอบนอกเวลา อย่างละ 3 ชั่วโมง 1 วัน 4.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 4.2 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาชีพครู วัดจากความรู้เกี่ยวกับ หลักสูตร วิธีสอน เรขาคณิต								
ส่วนที่ 4 การออกแบบ กิจกรรมและ ตรวจสอบ ความเป็นไป ได้	1. ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน และมอบหมายให้นักศึกษาออกแบบกิจกรรม 2. นักศึกษาครูปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการออกแบบกิจกรรม 3. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศน 4. นักศึกษาครูเสนอกิจกรรมที่ออกแบบ อภิปรายข้อดี ข้อเสียของกิจกรรมที่เสนอ ปรับปรุงแก้ไข 5. นักศึกษาครูนำกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2-3 คน 8*								
การให้ นักศึกษาครู ทดลองสอน ภาคสนาม	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="263 1443 390 1662"> การทดลองใช้ กิจกรรม </td><td data-bbox="390 1443 1317 1662"> 1. นักศึกษาครูเขียนแผนการสอนโดยใช้กิจกรรมที่ออกแบบ C*. ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนจริง ® ทดสอบความสามารถด้านการเตรียมการสอน และการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู 3. นักศึกษาครูประเมินการสอนของตนเอง 4. นักศึกษาครูนำข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่มไปปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป </td></tr> <tr> <td data-bbox="263 1662 390 1893"> การประเมิน เพื่อปรับปรุง การเรียน การสอน </td><td data-bbox="390 1662 1317 1893"> 1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนที่เขียนขึ้น ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนหลังเรียน 2. นักศึกษาครูและผู้วิจัยร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำไปใช้ เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้วิจัย 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง ® ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนหลังเรียนของนักศึกษาครู และทดสอบความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต </td></tr> </table>	การทดลองใช้ กิจกรรม	1. นักศึกษาครูเขียนแผนการสอนโดยใช้กิจกรรมที่ออกแบบ C*. ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนจริง ® ทดสอบความสามารถด้านการเตรียมการสอน และการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู 3. นักศึกษาครูประเมินการสอนของตนเอง 4. นักศึกษาครูนำข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่มไปปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป	การประเมิน เพื่อปรับปรุง การเรียน การสอน	1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนที่เขียนขึ้น ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนหลังเรียน 2. นักศึกษาครูและผู้วิจัยร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำไปใช้ เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้วิจัย 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง ® ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนหลังเรียนของนักศึกษาครู และทดสอบความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต				
การทดลองใช้ กิจกรรม	1. นักศึกษาครูเขียนแผนการสอนโดยใช้กิจกรรมที่ออกแบบ C*. ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนจริง ® ทดสอบความสามารถด้านการเตรียมการสอน และการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู 3. นักศึกษาครูประเมินการสอนของตนเอง 4. นักศึกษาครูนำข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่มไปปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป								
การประเมิน เพื่อปรับปรุง การเรียน การสอน	1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนที่เขียนขึ้น ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนหลังเรียน 2. นักศึกษาครูและผู้วิจัยร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำไปใช้ เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้วิจัย 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง ® ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนหลังเรียนของนักศึกษาครู และทดสอบความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต								

A* ประเมินความเป็นไปได้ของตัวแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

B ประเมินกิจกรรมโดยคณะประเมินซึ่งประกอบด้วย ผู้วิจัย อาจารย์สถาบันราชภัฏ และ อาจารย์
พี่เลี้ยงประจำวิชา

C* ประเมินการเขียนแผนการสอนโดยคณะประเมินชุดเดียวกับ B *

หมายเหตุ

เนื่องจากจะมีส่วนของการวิจัยประกอบ จะใช้ ® กำกับไว้

ส่วนของการวิจัยประกอบด้วย

1. ทดสอบภาพลักษณ์ลักษณะโน้ตทัศน์ก่อนเรียนของนักศึกษาครู ก่อนเริ่มกิจกรรมสำรวจ
ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์
2. ทดสอบความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการและด้านวิชาชีพครูของนักศึกษาครู หลังจาก
กิจกรรมการวิเคราะห์ผลกระทบและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข
3. ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ของนักเรียนก่อนใช้กิจกรรมที่ออกแบบ และทดสอบหลังจากใช้
กิจกรรมที่ออกแบบ
4. ทดสอบความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนในขณะที่นักศึกษาครู
ทำการสอนจริง
5. ทดสอบความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ของนักศึกษาครู เรื่อง ความเท่ากัน
ทุกประการ และพื้นที่
6. ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์หลังเรียนของนักศึกษาครูหลังเสร็จสิ้นการทดลองสอนโดยใช้
ตัวแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อจะพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์
มโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู โปรแกรมวิชาเอกคณิตศาสตร์ ของสถาบันราชภัฏ ตัวแบบ
เป็นกระบวนการที่ผู้สอนสำรวจวิจัยปัญหาจริง นำผลสำรวจและเอกสารค้นคว้าวิจัยมาให้นักศึกษาเห็นปัญหา
และสำรวจปัญหาจริง พร้อมระดมสมองทำงานกลุ่มพัฒนาบทเรียนสำหรับสอนนักเรียนและทดลองสอน
ภาคสนามโดยใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้น มีการปรับปรุงการเรียนการสอนทำนองเดียวกับการวิจัยปฏิบัติการ
(Action research) โดยระดมทรัพยากรบุคคลในท้องถิ่นร่วมมือกัน

ระเบียบวิธีวิจัยเป็นการวิจัยและพัฒนา ประกอบด้วย การสำรวจปัญหาและพัฒนาตัวแบบเพื่อนำไป
ทดลองใช้ ในขั้นการพัฒนาตัวแบบจะเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แผนแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียว
สอบก่อน-สอบหลัง (One Group, before after, Pretest-Posttest) สำหรับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาครู ในส่วน
ที่เกี่ยวข้องกับภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตและความรู้ทางด้านเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้น ส่วนเนื้อหาอื่น ๆ มีการทดสอบเฉพาะหลังเรียน เนื่องจากตัวแบบนี้เน้นที่สมรรถภาพการสอน
ภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตเป็นสำคัญ สำหรับความรู้ในด้านอื่น ๆ จะเป็นสิ่งที่ช่วยเสริมสมรรถภาพ
การสอนของนักศึกษาครู การทดลองในการวิจัยนี้ได้นำตัวแบบไปทดลองใช้กับนักศึกษาครูและนักศึกษาครู
ทดลองใช้แผนการสอนและกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียน เนื้อหาเรขาคณิตที่ใช้ในการพัฒนาตัวแบบเป็น
เนื้อหาเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ เหตุที่เลือกเนื้อหานี้เนื่องด้วยเหตุผลสองประการ คือ
ประการที่หนึ่ง เนื้อหาทั้งสองเป็นเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานมีความสำคัญในการเรียนรู้เนื้อหาอื่นและสามารถนำไปใช้
ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ประการที่สอง เนื้อหาทั้งสองเป็นเนื้อหาที่ได้สำรวจพบว่านักเรียน นักศึกษาครูและ
ครู มีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ซึ่งสำรวจพบทั้งในประเทศและต่างประเทศ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของครู นักเรียน
และนักศึกษาครู

โดยมีกระบวนการดำเนินการดังนี้

- 1.1 การศึกษาเอกสาร รายงานการวิจัย วารสาร หนังสือ และตำราที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางเรขาคณิต
- 1.2 การคัดเลือกเนื้อหาเรขาคณิตที่นำมาใช้ในการวิจัย
- 1.3 การสร้างแบบสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของครู นักเรียน และนักศึกษาครู
- 1.4 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจมโนทัศน์ทางเรขาคณิต
- 1.5 การสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน
- 1.6 การวิเคราะห์ภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทาง เรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

โดยมีกระบวนการดำเนินการดังนี้

- 2.1 การสรุปกรอบความคิดในการพัฒนาตัวแบบ
- 2.2 การสร้างตัวแบบฉบับร่าง
- 2.3 การนำตัวแบบฉบับร่างไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเป็นไปได้
- 2.4 การปรับปรุงตัวแบบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทาง เรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

โดยมีกระบวนการดำเนินการดังนี้

- 3.1 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาครูและนักเรียน
- 3.2 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย
 - 3.2.1 ตัวแบบปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
 - 3.2.2 เครื่องมือที่เป็นตัวจัดกระทำ(treatment)
 - 3.2.3 เครื่องมือในการวัดและประเมินผล
- 3.3 การพัฒนาเครื่องมือ
 - 3.3.1 การพัฒนาแบบทดสอบชุดที่ 1
 - 3.3.2 การพัฒนาแบบทดสอบชุดที่ 2
 - 3.3.3 การพัฒนาแบบทดสอบชุดที่ 3
- 3.4 การดำเนินการทดลองใช้ตัวแบบ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้
 - 3.4.1 ผู้วิจัยเตรียมข้อมูล
 - 3.4.2 การเตรียมนักศึกษาครู
 - 3.4.2.1 การสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต
 - 3.4.2.2 การเตรียมความรู้พื้นฐาน
 - 3.4.2.3 การวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข
 - 3.4.2.4 การออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้
 - 3.4.3 การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู
 - 3.4.3.1 การทดลองใช้กิจกรรม
 - 3.4.3.2 การประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 4 การหาประสิทธิภาพของตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์ โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

โดยมีกระบวนการดำเนินการดังนี้

- 4.1 การกำหนดแผนแบบการทดลอง
- 4.2 การเลือกใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 4.3 การคำนวณหาประสิทธิภาพของตัวแบบ

รายละเอียดของการดำเนินการวิจัยทั้ง 4 ขั้นตอน ผู้วิจัยจะนำเสนอดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของครู นักเรียน และ นักศึกษาคู

ในการสำรวจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของครู นักเรียน และนักศึกษาคู ผู้วิจัยได้ ศึกษาเอกสาร รายงานการวิจัย วารสาร หนังสือ และตำราที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางเรขาคณิต จากนั้น คัดเลือกเนื้อหาเรขาคณิตที่นำมาใช้ในการวิจัย แล้วสร้างแบบสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของครู นักเรียน และนักศึกษาคู กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการสำรวจข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยนำแบบทดสอบไปสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของครู นักเรียน และนักศึกษาคู แล้วนำมาวิเคราะห์หาภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของครู นักเรียน และนักศึกษาคู จากนั้นสรุปภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของครู นักเรียน และนักศึกษาคู และนำเสนอภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่ควรแก้ไขให้ถูกต้อง มีรายละเอียดดังนี้

1.1 การศึกษาเอกสาร รายงานงานการวิจัย วารสาร หนังสือ และตำราที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

ผู้วิจัยศึกษาจากผลการวิจัยในต่างประเทศ เพื่อนำข้อมูลเกี่ยวกับภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน มาใช้ในการสร้างแบบสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาคู นักเรียน และครู (รายละเอียดผลการศึกษาปรากฏอยู่ในบทที่ 2)

1.2 การคัดเลือกเนื้อหาเรขาคณิตที่นำมาใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาเกี่ยวกับ ความเท่ากันทุกประการ และพื้นที่ มาเป็นเนื้อหาในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ ประการที่หนึ่ง เป็นเนื้อหาที่เป็นพื้นฐาน มีความสำคัญในการเรียนรู้เนื้อหาอื่นและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยที่เนื้อหาเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพิสูจน์ทางเรขาคณิต เนื้อหาเกี่ยวกับพื้นที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานในการเรียนเรขาคณิตในระดับที่สูงขึ้น เป็นต้น ประการที่สอง เป็นเนื้อหาที่มีการสำรวจพบว่ามีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้นกับ นักเรียน ครูและนักศึกษาคู ทั้งในประเทศและต่างประเทศ นอกจากจะนำมาเป็นเนื้อหาในการทดลองสอนเพื่อหาประสิทธิภาพตัวแบบแล้วยังมีวัตถุประสงค์ที่จะป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาคูและนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ อีกด้วย

1.3 การสร้างแบบสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาคู นักเรียน และครู

เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่มีผู้ใดทำการสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตมาก่อน ผู้วิจัยจึงใช้กรอบความคิดเกี่ยวกับภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนที่ได้จากงานวิจัยในต่างประเทศ และข้อมูลที่ผู้วิจัยได้จากการสอบถามและสนทนากับครูที่สอนคณิตศาสตร์ นักเรียน และนักศึกษาคู มาสร้างแบบทดสอบภาพลักษณ์มโนทัศน์ ดังนี้

แบบทดสอบชุดที่ 1 ประกอบด้วยแบบทดสอบ 2 ฉบับดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาคู นักเรียนและครู ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 45 ข้อ 1 ฉบับ โดยที่ตัวเลือกในแต่ละข้อไม่จำเป็นต้องเท่ากัน บางข้อมีตัวเลือก 4 ตัวเลือก บางข้อมีตัวเลือก 5 ตัวเลือก เพราะไม่ได้ประสงค์จะทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ต้องการใช้ประกอบการสัมภาษณ์เพื่อค้นหาภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่

คลาดเคลื่อน เป็นคำถามเกี่ยวกับภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตพื้นฐาน ได้แก่เนื้อหา รังสี เส้นขนาน มุม รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปว่าว รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปหลายเหลี่ยม พื้นที่ เส้นรอบรูป รูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 15 ข้อ เป็นการวัดภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาเรขาคณิตที่เป็นพื้นฐานทั่วไป ได้แก่ การลากส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยม การลากเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยม การพิจารณาขนาดของมุม และมโนทัศน์เกี่ยวกับ มุมฉาก มุมแหลม มุมป้านรังสี รูปหลายเหลี่ยม รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จุดภายในและภายนอกมุม ในบางข้อจะถามคำถามเดียวกับฉบับที่ 1 เพื่อทดสอบความคงเส้นคงวาในการตอบของกลุ่มตัวอย่างด้วย

แบบทดสอบชุดที่ 2 แบบทดสอบวัดภาพลักษณ์โน้ตชนของความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม แบบ ด้าน-มุม-ด้านและ มุม-ด้าน-มุม ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบที่ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบของ สมิธ (Smith, 1940) จำนวน 4 ข้อ และแบบทดสอบที่ประธานกรรมการผู้ควบคุมปริญญาพันธ์เสนอแนะอีก 1 ข้อ รวม 5 ข้อ เป็นการทดสอบความสามารถในการพิสูจน์ทางเรขาคณิตอย่างไม่เป็นทางการ ให้ครูเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ พร้อมเหตุผล แบบทดสอบชุดนี้ใช้ประกอบการสัมภาษณ์เพื่อค้นหาภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนของครู

(แบบทดสอบทั้งสองชุดแสดงไว้ในภาคผนวก ก)

1.4 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจมโนทัศน์ทางเรขาคณิตประกอบด้วย ครูคณิตศาสตร์และนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2542 ในจังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี และชัยนาท ครูคณิตศาสตร์ที่สำเร็จการศึกษาจากสถาบันราชภัฏนครสวรรค์ เมื่อปีการศึกษา 2541 และนักศึกษาครูโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่1,2 และ 3 ปีการศึกษา 2542 สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)
นักเรียน	25
ครู	10
ครูที่สำเร็จการศึกษา ปีการศึกษา 2541	12
นักศึกษาครู ชั้นปีที่1,2 และ 3 ปีการศึกษา 2542	15
รวม	62

1.5 การสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน

ผู้วิจัยนำแบบสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้
แบบทดสอบชุดที่ 1 เก็บข้อมูลจากนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1,2 และ 3 ปีการศึกษา 2542 โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 15 คน ครูและนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นปีการศึกษา 2542 ในเขตจังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี และชัยนาท เป็นครู 10 คน และนักเรียน 25 คน

แบบทดสอบชุดที่ 2 เรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่สำเร็จการศึกษาจากสถาบันราชภัฏนครสวรรค์ โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2541 จำนวน 12 คน

1.6 การวิเคราะห์ภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน

ผู้วิจัยนำคำตอบที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบทั้งสองชุดในหัวข้อ 2 มาวิเคราะห์เพื่อหาว่ามีภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ใดบ้างที่คลาดเคลื่อน แล้วนำภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ที่คลาดเคลื่อนนั้นมาจัดประเภทเป็นหมวดหมู่ บันทึกจำนวนนักเรียน ครู และ นักศึกษาครูที่มีภาพลักษณ์โน้ตศัณท์คลาดเคลื่อน ในเรื่องนั้น ๆ ดังนี้

แบบทดสอบชุดที่ 1 เป็นการวัดภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาเรขาคณิตที่เป็นพื้นฐานทั่วไป จากการวิเคราะห์ภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของครู นักศึกษาครู และนักเรียน ดังกล่าว พบว่าครู นักเรียน และนักศึกษาครู มีภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ที่คลาดเคลื่อนเช่นเดียวกับการที่สำรวจพบในต่างประเทศ ทั้งนี้มีการตรวจสอบความคงเส้นคงวาในการตอบทำให้เกิดความมั่นใจว่ากลุ่มตัวอย่างไม่ได้เดาสุ่ม โดยให้แบบทดสอบทั้งสองฉบับมีบางข้อถามคำถามในเรื่องเดียวกัน อนึ่งเพื่อยืนยันอีกครั้งหลังจากกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบเสร็จแล้วผู้วิจัยสัมภาษณ์ประกอบเพื่อให้ผู้ตอบแสดงเหตุผลในการเขียนคำตอบในข้อที่มีภาพลักษณ์โน้ตศัณท์คลาดเคลื่อน เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน (ผลการสำรวจแสดงไว้ในภาคผนวก จ)

แบบทดสอบชุดที่ 2 เป็นการวัดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ ตามความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้าน และ มุม-ด้าน-มุม ซึ่งได้มีการสำรวจในต่างประเทศพบว่ามีภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ที่คลาดเคลื่อน และผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าจะเกิดขึ้นในประเทศเช่นเดียวกัน จากการสำรวจและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่าครูมีภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ทั้งสองแบบ และ คล้ายคลึงกับที่สำรวจพบในต่างประเทศ (ผลการสำรวจแสดงไว้ในภาคผนวก จ)

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

2.1 การสรุปกรอบความคิดในการพัฒนาตัวแบบ

ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเรียนการสอนภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ทางเรขาคณิตที่เกี่ยวข้อง ได้กรอบความคิดในการพัฒนาตัวแบบว่า การสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครูควรเริ่มตั้งแต่ ผู้วิจัยศึกษางานวิจัย สำรวจปัญหาจริง เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้เป็นแหล่งค้นคว้า ออกแบบกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพการสอน เตรียมความพร้อมของนักศึกษาครูด้านความรู้ในเนื้อหาเรขาคณิตและด้านสมรรถภาพการสอนโดยใช้กิจกรรมเป็นสื่อให้นักศึกษาครูฝึกออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบคุณภาพของกิจกรรม ตลอดจนการทดลองสอนจริงจากกิจกรรมที่ออกแบบ มีการประเมินและปรับปรุงแก้ไขการเรียนการสอนของตน

2.2 การสร้างตัวแบบฉบับร่าง

จากกรอบความคิดในการสร้างตัวแบบข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาร่างตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 กิจกรรม คือ ผู้วิจัยเตรียมข้อมูล การเตรียมนักศึกษาครู และการให้นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนาม

ตัวแบบที่สร้างขึ้นนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยอาศัยกระบวนการฝึกนักศึกษาครูผ่านประสบการณ์ของการตรวจสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเอง ศึกษาผลการสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครู ครู และนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การออกไปสำรวจและวินิจฉัยปัญหาการเก็บข้อมูลที่นำมาพัฒนากิจกรรมประกอบเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐาน และตัวอย่างกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ และนักศึกษาครูนำกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้สอนนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นตามสภาพการณ์จริงในโรงเรียน เพื่อความสะดวกในการอ่านหารายละเอียด ตัวแบบฉบับร่างและรายละเอียดอธิบายตัวแบบพร้อมข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในการปรับปรุงตัวแบบดูรายละเอียดในภาคผนวก ข

2.3 การนำตัวแบบฉบับร่างให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเป็นไปได้

ผู้วิจัยได้ส่งภาพประกอบแสดงตัวแบบฉบับร่างพร้อมรายละเอียดของตัวแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ตรวจสอบความเป็นไปได้ของตัวแบบ ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิทางคณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน และด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน รวมทั้งสิ้น 5 ท่าน (ดังรายชื่อในภาคผนวก ก) เป็นผู้ประเมินความเหมาะสมของตัวแบบฉบับร่าง ประเด็นการตรวจสอบคือ ความเหมาะสมของรายละเอียดหลักของตัวแบบ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินเป็นแบบประเมินความคิดเห็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) และแบบปลายเปิด สำหรับแบบปลายเปิดมีไว้เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงตัวแบบ แบบประเมินแสดงไว้ในภาคผนวก ข โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาผลการประเมินความเหมาะสมของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

ช่วงคะแนน 4.51-5.00 หมายถึงเหมาะสมมาก

ช่วงคะแนน 3.51-4.50 หมายถึงเหมาะสมค่อนข้างมาก

ช่วงคะแนน 2.51-3.50 หมายถึงเหมาะสมปานกลาง

ช่วงคะแนน 1.51-2.50 หมายถึงเหมาะสมค่อนข้างน้อย

ช่วงคะแนน 1.00-1.50 หมายถึงเหมาะสมน้อย

ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ไม่เกิน 1.00 ถือว่าตัวแบบมีความเหมาะสม (วิเชียร เกตุสิงห์. 2538 : 8-11, วิชา ทรวงแสง. 2538 : 113)

ผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ย 4.00-4.80 ซึ่งมากกว่า 3.51 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.447 – 1.000 ซึ่งน้อยกว่า 1 แสดงว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าตัวแบบมีความเหมาะสมค่อนข้างมาก (ผลการประเมินแสดงไว้ในภาคผนวก ข)

2.4 การปรับปรุงตัวแบบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่ได้จากแบบประเมินปลายเปิดไปปรึกษาหารือประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อปรับปรุงตัวแบบฉบับร่าง และรายละเอียดหลักของตัวแบบให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

ตัวแบบที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครูที่มีการปรับปรุงและแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญให้เพิ่มเติมจุดประสงค์และหลักการทำกับตัวแบบ และแก้ไขในส่วนรายละเอียดอธิบายตัวแบบ ได้ตัวแบบที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีรายละเอียดและลำดับการจัดกิจกรรม ได้ตัวแบบฉบับปรับปรุงดังแสดงในภาพประกอบ 21

การเตรียมข้อมูลของผู้สอน	ผู้สอนเตรียมข้อมูลดังต่อไปนี้	
การเตรียมนักศึกษาครู	ส่วนที่ 1 นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน	1. กิจกรรมสำรวจความสามารถด้านวิชาการของนักศึกษาครูก่อนเรียน ได้แก่ ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2. กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน 2.1 นักศึกษาครูศึกษาภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลอื่นที่ตรวจพบ 2.2 นักศึกษาครูได้รับการแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหา 2.3 นักศึกษาครูสำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 2.4 นักศึกษาครูรวบรวมผลการสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 2.5 นักศึกษาครูสรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย
	ส่วนที่ 2 ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู	แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตจากชุดการสอนของ โกลด์ ไพศาล และหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากหนังสือเรียนและคู่มือครู ในรายวิชาที่มีเนื้อหาเรขาคณิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) 2. ผู้สอนให้ความรู้และแนะอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน อีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต
	ส่วนที่ 3 นักศึกษาครูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข	1. กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข มีกิจกรรมย่อยดังนี้คือ 1.1 ให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและพิสูจน์ทางเรขาคณิต 1.2 นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ 1.3 นักศึกษาครูร่วมกันอภิปราย เสนอแนวทางการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 2. กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู มีดังนี้คือ 2.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน และการนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมมาทำทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู ส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตหลังเรียนของนักศึกษาครูด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน 3. กิจกรรมซ่อมเสริมเพื่อให้ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูให้หมดไป 4. กิจกรรมเสริมความรู้ทางด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ให้นักศึกษาครู จนกระทั่งนักศึกษาครูทุกคนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80
	ส่วนที่ 4 นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้	1. ผู้สอนนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนและการเขียนแผนการสอน และมอบหมายให้นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการสอนกลุ่มละ 1 แผน 2. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและแผนการสอนในเนื้อหาที่ใช้ทดลองสอนภาคสนามแล้ว นำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนตามคำแนะนำ 3. ผู้สอนตรวจกิจกรรมและแผนการสอนและให้คำแนะนำ นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 1-3 คน
การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู	นักศึกษาครูทดลองใช้กิจกรรม	1. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนภาคสนาม โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถด้านการสอน จาก ความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอน 3. นักศึกษาครูปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเองให้ดียิ่งต่อไปโดยอาศัยผลจากการอภิปรายและข้อเสนอแนะของกลุ่ม 4. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน
	นักศึกษาครูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน	1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 2. นักศึกษาครูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นไปใช้สอนนักเรียน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมและแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง

ภาพประกอบ 21 ตัวแบบปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้ตัวแบบเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์
มโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

3.1 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้ตัวแบบ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

3.1.1 กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาครู ผู้วิจัยใช้นักศึกษาครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2543 จำนวน 23 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองสอนเพื่อทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบ

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างนักเรียน เพื่อทดสอบความสามารถในการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต จึงให้นักศึกษาครูทดลองสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์นักเรียน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่ใช้ทดลองสอนภาคสนามเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในจังหวัดนครสวรรค์และจังหวัดอุทัยธานี ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของสถาบันราชภัฏนครสวรรค์ โดยพิจารณาจากสังกัดของโรงเรียน ขนาดของโรงเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือเป็นโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ เป็นโรงเรียนที่มีขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ระดับปานกลางลงมา ได้กลุ่มตัวอย่างโรงเรียนทั้งสิ้น 4 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัดท่าทอง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จำนวน 2 ห้องเรียน โรงเรียนวัดท่าซุด (เจริญศิลป์) อำเภอโกรกพระ จังหวัดนครสวรรค์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จำนวน 1 ห้องเรียน โรงเรียนหนองฉางวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 4 ห้องเรียน และโรงเรียนบ้านทุ่งนาวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 3 ห้องเรียน รวมนักเรียนกลุ่มตัวอย่างนักเรียนทั้งสิ้น 10 ห้องเรียน จำนวน 313 คน ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองสอนภาคสนามของ
นักศึกษาครู

โรงเรียน	ห้อง	จำนวนนักเรียน (คน)
1. โรงเรียนวัดท่าทอง อ.เมือง จ.นครสวรรค์	ม. 2/1	26
	ม. 2/2	22
2. โรงเรียนวัดท่าซุด (เจริญศิลป์) อ.โกรกพระ จ.นครสวรรค์	ม. 2/1	18
3. โรงเรียนหนองฉางวิทยา อ.หนองฉาง จ.อุทัยธานี	ม. 2/2	38
	ม. 2/3	37
	ม. 2/2, 2/3(คละกัน)	32
	ม. 2/8	33
4. โรงเรียนบ้านทุ่งนาวิทยา อ. หนองฉาง จ.อุทัยธานี	ม. 2/1	33
	ม. 2/2	37
	ม. 2/3	37
รวม		313

3.2 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

3.2.1 ตัวแบบปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ตัวแบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โนทัศน์ทางเรขาคณิต มีผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาและด้านหลักสูตรและการสอน เป็นผู้ตรวจสอบความเป็นไปได้ของรายละเอียดหลักและให้ข้อเสนอแนะ ผู้วิจัยปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ทดลองสอนเพื่อหาประสิทธิภาพของตัวแบบ ปรับปรุงตัวแบบ

3.2.2 เครื่องมือที่เป็นตัวจัดกระทำ ของตัวแบบในข้อ 3.2.1

เครื่องมือที่เป็นตัวจัดกระทำที่ผู้วิจัยจัดเตรียมขึ้นเพื่อใช้ในการเตรียมนักศึกษาครู ได้แก่

3.2.2.1 เอกสารความรู้พื้นฐานสำหรับนักศึกษาครู ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อ ตัวแบบของแวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต ภาพลักษณ์โนทัศน์ทางเรขาคณิต และ การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ประกอบคำบรรยาย และให้นักศึกษาครูทำกิจกรรม

3.2.1.2 เอกสารเกี่ยวกับวิธีการเขียนแผนการสอน เพื่อใช้ประกอบคำบรรยายและให้นักศึกษาครูฝึกปฏิบัติการเขียนการสอน

3.2.1.3 ผลการสำรวจภาพลักษณ์โนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของครู นักเรียน และนักศึกษาครู เพื่อให้นักศึกษาครูได้ศึกษาและวินิจฉัยภาพลักษณ์โนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

3.2.1.4 ชุดการสอนเนื้อหาเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของ โกมล ไพศาล (2540) เพื่อให้นักศึกษาครูศึกษาด้านเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยตนเอง

3.2.1.5 หนังสือเรียนและคู่มือครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเอกสารประกอบการบรรยายหัวข้อ เรขาคณิต ของ สมพล เล็กสกุล และจุฬิพร สุภธีระ (2538) เพื่อให้นักศึกษาครูศึกษาเรื่องหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยตนเอง

3.2.3 เครื่องมือวัดและประเมินผล (ใช้วัดประสิทธิภาพของตัวแบบ)

ผู้วิจัยประสงค์จะทดสอบว่าตัวแบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพหรือไม่ จึงพัฒนาเครื่องมือวัดประสิทธิภาพตัวแบบ เป็นแบบทดสอบสมรรถภาพการสอนสำหรับนักศึกษาครู มี 3 ชุด ได้แก่

ชุดที่ 1 แบบทดสอบความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการของนักศึกษาครู ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ฉบับ คือ

1. แบบทดสอบภาพลักษณ์โนทัศน์ทางเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ 1 ฉบับ ดัดแปลงจากแบบทดสอบในต่างประเทศและพัฒนาเองบางส่วน
2. แบบทดสอบความรู้ทางเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบของ โกมล ไพศาล (2540)
3. แบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ชุดที่ 2 แบบทดสอบความสามารถทางวิชาชีพของนักศึกษาครู ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ฉบับ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเอง คือ

1. แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. แบบประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอน

3. แบบประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน

4. แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของ

นักเรียน ดัดแปลงจากแบบทดสอบต่างประเทศและพัฒนาเองบางส่วน

3.3 การพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผล

ในการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลทั้ง 3 ฉบับ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 การพัฒนาแบบทดสอบชุดที่ 1 แบบทดสอบความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ
ของนักศึกษาครู

แบบทดสอบชุดที่ 1 มีทั้งหมด 3 ฉบับ มีรายละเอียดในการพัฒนาดังนี้

3.3.1.1 แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักศึกษาครู เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่

การพัฒนาแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต
เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ
เนื้อหาที่วัด ได้แก่ ลักษณะและความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้าน มุม-ด้าน-มุม ด้าน-ด้าน-ด้าน มุม-มุม-ด้าน
จาก-ด้าน-ด้านของรูปสามเหลี่ยม ความเท่ากันทุกประการ และพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม ความสูง
ของรูปสี่เหลี่ยม อัตราส่วนของพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมสองรูป การเปลี่ยนหน่วยของพื้นที่ โดยที่ข้อสอบ
บางข้อได้มาจากการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยในต่างประเทศซึ่งพบว่านักศึกษาครูหรือครูประจำการหรือ
นักเรียนมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของ มุสเซอร์และเบอเกอร์ (Musser & Burger. 1994) ซอนนา
เบนด์(Sonnabend. 1993) กุสตาฟสัน และ ฟรีสค์ (Gustafson & Frisk. 1991) เทรเวอร์ส ดาลตัน และ
เลตัน(Travers, Dalton & Layton. 1987) เจอร์เกนสัน บราวน์และเจอร์เกนสัน (Jurgenson, Brown &
Jurgenson. 1985) เวลส์ ดาลตันและ บรุนเนอร์(Wells, Dalton & Brunner. 1984) และ สมิท (1940 ?)
ข้อสอบบางข้อผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเองจากการศึกษาและสำรวจพบว่านักเรียน หรือนักศึกษาครูหรือครูประจำการ
ในประเทศมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยนำภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่สำรวจพบมาเป็น
ตัวลงในตัวเลือกของแบบทดสอบแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาและ
ทางด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน (รายชื่อแสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาและ
รูปแบบของข้อสอบและตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ของข้อสอบแต่ละข้อ ได้ค่าดัชนี
ความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบทุกข้อเท่ากับ 1.00 ผู้วิจัยแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
ต่อจากนั้นผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับอาจารย์อัตราจ้างซึ่งจบการศึกษาโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์จากสถาบัน
ราชภัฏนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2542 จำนวน 2 คน เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงภาษาให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
ตลอดจนใช้กะประมาณเวลาที่ใช้ในการทดสอบ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์
ชั้นปีที่ 3 สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร ปีการศึกษา 2542 จำนวน 40 คน และชั้นปีที่ 2 สถาบันราชภัฏ
นครสวรรค์ ปีการศึกษา 2542 จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาครูที่เคยเรียนวิชาเรขาคณิตเบื้องต้นมาแล้ว
การให้คะแนน ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

การหาคุณภาพของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักศึกษาครูทั้ง 70 คน มา
คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบเพียร์สัน (r_{xx}) ของข้อสอบทั้งฉบับได้ $r_{xx} = .86$ และคำนวณค่าความ
ยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.5 -0.91 และมีอำนาจจำแนก
ระหว่าง .09 - .61 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 ได้ข้อสอบผ่านเกณฑ์ทั้งสิ้น 35 ข้อ จากนั้นนำทั้งฉบับไปทดลองใช้กับ
นักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 และ ชั้นปีที่ 3 โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์และสถาบันราชภัฏ

กำแพงเพชร ปีการศึกษา 2542 รวม 70 คน แล้วนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ค่าความยากง่าย และ ค่าอำนาจจำแนก ได้ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นรวมของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.88 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.46 – 0.87 และ ได้ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.13 - 0.70 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 ข้อสอบฉบับนี้มีความยากง่ายเหมาะสมในการใช้เพื่อวินิจฉัยภาพลักษณ์โน้ตศัณที่ตลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต เพราะมีความยากง่ายในระดับตั้งแต่ระดับน้อยถึงปานกลาง แบบทดสอบทั้งฉบับมีความเชื่อมั่นในระดับสูง (0.88) ดังนั้นเมื่อนำแบบทดสอบฉบับนี้ไปใช้ทดสอบและสัมภาษณ์ประกอบ น่าจะสามารถวินิจฉัยภาพลักษณ์โน้ตศัณที่ตลาดเคลื่อน เรื่องความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ของนักศึกษาครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อสอบฉบับนี้ใช้ในการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตศัณที่นักศึกษาครูก่อนเรียนและหลังเรียนประกอบการสัมภาษณ์เพื่อค้นหาภาพลักษณ์โน้ตศัณที่ตลาดเคลื่อนเรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่(แบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ค)

3.3.1.2 แบบทดสอบวัดความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดความรู้เนื้อหาทางเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโกลม ไพศาล (2540) เนื่องจากการกำหนดให้นักศึกษาครูทำการศึกษาความรู้ด้านนี้ด้วยตนเอง จากชุดการสอนเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของ โกลม ไพศาล แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบฉบับรวม ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ซึ่งมี 4 หัวข้อ คือ รากฐานของเรขาคณิต ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตระบบยุคลิด วงกลม และการสร้าง ใช้เวลาทดสอบ 2 ชั่วโมง

3.3.1.3 แบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์เรื่องความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ การพัฒนาแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ เรื่องความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อโดยมีรายละเอียดในการพัฒนาดังนี้คือ

การพัฒนาแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาเรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ แล้วรวบรวมแบบทดสอบทั้งในประเทศและต่างประเทศในส่วนที่เป็นการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ นำมาดัดแปลงและปรับปรุงข้อสอบเป็นบางข้อ และสร้างข้อสอบเพิ่มเติมบางข้อด้วยตนเอง ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ จำนวน 60 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน (ดูรายชื่อภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาและรูปแบบของข้อสอบ และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อสอบแต่ละข้อ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบทุกข้อ เท่ากับ 1.00 ผู้วิจัยปรับปรุงและแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2543 จำนวน 2 คน และอาจารย์อัตราจ้างที่จบการศึกษาโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ จากสถาบันราชภัฏนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2542 จำนวน 2 คน เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการปรับปรุงแก้ไขทางด้านภาษาของโจทย์ ตัวเลือกและตัวลวง ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นและใช้ในการกะประมาณเวลาที่ใช้ในการทดสอบ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร จำนวน 40 คนและชั้นปีที่ 3 สถาบันราชภัฏนครสวรรค์จำนวน 36 คน ปีการศึกษา 2542 รวม 76 คน นักศึกษาครูกลุ่มนี้เคยเรียนวิชา เรขาคณิตเบื้องต้น มาแล้ว การให้คะแนน ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

การหาคุณภาพของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักศึกษาครูทุกคนมาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบเพียร์สัน (r_{xx}) ของข้อสอบทั้งฉบับได้ $r_{xx} = 0.84$ และหาค่าความยากง่ายและ

ค่าอำนาจจำแนก แล้วทำการคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.22 - 0.90 และค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.20-0.68 ได้ข้อสอบผ่านเกณฑ์ทั้งสิ้นจำนวน 37 ข้อ ต่อจากนั้นนำข้อสอบทั้ง 37 ข้อ ไปทดลองใช้ กับนักศึกษาครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ และ สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร ปีการศึกษา 2542 จำนวน 76 คน แล้วนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ค่าความยากง่าย และ ค่าอำนาจ จำแนก ได้ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.88 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.44 - 0.90 ยกเว้นข้อ 21 และข้อ 26 ได้ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.24 และ 0.22 ตามลำดับ ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 0.68 ซึ่งพบว่าข้อสอบฉบับนี้มีความยากง่ายตั้งแต่น้อยจนถึงมาก มีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0 และ มีความเชื่อมั่นในระดับสูง (0.88) รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค

การพัฒนาแบบทดสอบการพิสูจน์แบบอัตนัย ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบสำหรับวัดการ พิสูจน์ (CDASSG Geometry Test, Form 1) ของยูซิสกิน (Usiskin. 1982 : 172-177) ซึ่งมีทั้งหมด 6 ข้อ เป็น การพิสูจน์เกี่ยวกับเรื่อง ความเท่ากันทุกประการ (แสดงไว้ในภาคผนวก ค) โดยที่ผู้วิจัยได้แปลเป็นภาษาไทย และ ทดลองใช้กับนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 5 คน เพื่อแก้ไขปรับปรุงภาษาให้มีความเหมาะสม เกณฑ์การให้คะแนน มีการให้คะแนนเป็นส่วน ๆ (ดูรายละเอียดใน ภาคผนวก ค) ในส่วนที่เป็นข้อสอบอัตนัยให้คะแนนเต็ม 33 คะแนน

3.3.2 การพัฒนาเครื่องมือชุดที่ 2 แบบทดสอบความสามารถด้านความรู้ทางด้านวิชาชีพ ของนักศึกษาครู

แบบทดสอบชุดนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ฉบับ มีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

3.3.2.1 แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

การพัฒนาแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยศึกษาเนื้อหาและหลักสูตรเรขาคณิตที่

กำหนดไว้ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น จากหนังสือเรียนและคู่มือครู ของ สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แล้ววิเคราะห์เนื้อหาและวิธีสอนออกมาโดยเขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้และ ออกข้อสอบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ข้อสอบทั้งหมด 35 ข้อ นำข้อสอบชุดนี้ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษาและด้านการนิเทศการสอน คณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (ดูรายชื่อในภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ตัวเลือกและ ตัวลวง ผู้วิจัยแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และเนื่องจากเป็นการวัดความรู้ทางด้านหลักสูตรและวิธีสอน เรขาคณิตในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งไม่สามารถเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรได้อย่าง เหมาะสมเนื่องจากนักศึกษาครูมีความรู้เรื่องหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไม่มาก เพราะไม่เคยเรียนวิชาปฏิบัติการสอนคณิตศาสตร์และไม่เคยออกทดลองสอนมาก่อน สำหรับนักศึกษาครู ที่เรียนปฏิบัติการสอนคณิตศาสตร์มาแล้วอาจจะหลงลืมในส่วนที่เป็นเนื้อหาเรขาคณิต เพราะในวิชานั้น ไม่ได้มีการเจาะจงเฉพาะวิชาเรขาคณิตแต่เพียงอย่างเดียว ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นครูที่สอนคณิตศาสตร์ใน โรงเรียนมัธยมศึกษานั้น ส่วนมากแล้วจะมีการแบ่งความรับผิดชอบการสอนเป็นระดับชั้น ทำให้อาจจะมีความรู้ ทางด้านหลักสูตรและวิธีสอนไม่ครอบคลุมระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทั้ง 3 ชั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การตรวจสอบ ว่าแบบทดสอบชุดนี้สามารถวัดความรู้ทางด้านหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตได้ โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ แสดงความคิดเห็นและตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ของข้อสอบแต่ละข้อ 2 ครั้ง เมื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบในครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ อีกครั้ง ผลปรากฏว่า ทั้งสองครั้งผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นตรงกัน แสดงว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมี ความคงเส้นคงวา นั่นคือ แบบทดสอบชุดนี้มีความเชื่อมั่นในการวัดความรู้ทางด้านหลักสูตรและวิธีสอน

เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แบบทดสอบชุดนี้ใช้วัดความรู้หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักเรียนก่อนนักศึกษาครูออกทดลองสอนภาคสนาม

3.3.2.2 แบบประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอน

ลักษณะของแบบประเมิน ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครู 1 ฉบับ เป็นแบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า โดยให้ผู้ประเมินให้น้ำหนักคะแนนความสามารถด้านการเตรียมสอนของนักศึกษาครูแต่ละกลุ่มที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ออกทดลองสอนภาคสนามในโรงเรียน มีจำนวน 15 ข้อกระทง แต่ละข้อกระทงแบ่งเป็น 5 ช่วง คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด เกณฑ์การตรวจให้คะแนน แต่ละช่วงกำหนดน้ำหนักคะแนนดังนี้ มากที่สุดมีค่า 5 คะแนน มากมีค่า 4 คะแนน ปานกลางมีค่า 3 คะแนน น้อยมีค่า 2 คะแนนและ น้อยที่สุดมีค่า 1 คะแนน

การพัฒนาแบบประเมิน ผู้วิจัยนำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาและทางด้านหลักสูตรและการสอนจำนวน 5 ท่าน (รายชื่อแสดงในภาคผนวก ก) เป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความถูกต้อง และความรัดกุมและความชัดเจนของภาษา แล้วนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ได้แบบประเมินมีข้อกระทง 13 ข้อ เนื่องจากบางรายการผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าการตัดทิ้งหรือยุบรวมกับรายการอื่น และควรเพิ่มบางรายการเข้าไปอีกหลังจากนั้นได้นำแบบประเมินชุดที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความคงที่ของความคิดเห็น ผลปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมีความคิดเห็นเหมือนกับในครั้งแรก แสดงว่า แบบประเมินมีความตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) ในการวัดความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครู

3.3.2.3 แบบประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน

ลักษณะของแบบประเมิน ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน 1 ฉบับ เป็นแบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า โดยให้ผู้ประเมินให้น้ำหนักคะแนนความสามารถด้านการสอนของนักศึกษาครูแต่ละกลุ่มที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ออกทดลองสอนภาคสนามในโรงเรียน มีจำนวน 30 ข้อกระทง แต่ละข้อกระทงแบ่งเป็น 5 ช่วง คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด เกณฑ์การตรวจให้คะแนน แต่ละช่วงกำหนดน้ำหนักคะแนนดังนี้ มากที่สุดมีค่า 5 คะแนน มากมีค่า 4 คะแนน ปานกลางมีค่า 3 คะแนน น้อยมีค่า 2 คะแนนและ น้อยที่สุดมีค่า 1 คะแนน

การพัฒนาแบบประเมิน ผู้วิจัยนำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาและทางด้านหลักสูตรและการสอนจำนวน 5 ท่าน (รายชื่อแสดงในภาคผนวก ก) เป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความถูกต้อง และความรัดกุมและความชัดเจนของภาษา แล้วนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ได้แบบประเมินมีข้อกระทง 25 ข้อ เนื่องจากบางรายการผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าการตัดทิ้งหรือยุบรวมกับรายการอื่น และควรเพิ่มบางรายการเข้าไปอีกหลังจากนั้นได้นำแบบประเมินชุดที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความคงที่ของความคิดเห็น ผลปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมีความคิดเห็นเหมือนกับในครั้งแรก แสดงว่า แบบประเมินมีความตรง และความเชื่อมั่น ในการวัดความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู

3.3.2.4 แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตศน์ทางเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่

การพัฒนาแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดภาพลักษณ์โน้ตศน์ทางเรขาคณิตเรื่องความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เนื้อหา ได้แก่ ลักษณะและความสัมพันธ์แบบด้าน-มุม-ด้าน มุม-ด้าน-มุม ด้าน-ด้าน-ด้าน ของรูปสามเหลี่ยม

ความเท่ากันทุกประการ และพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม ความสูงของรูปสี่เหลี่ยม การหาพื้นที่ส่วนที่แรเงา การเปลี่ยนหน่วยของพื้นที่ ข้อสอบบางข้อได้มาจากเอกสารและงานวิจัยในต่างประเทศที่ระบุว่านักเรียนมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Musser & Burger. 1994 ; Sonnabend. 1993 ; Gustafson & Frisk. 1991 ; Travers, Dalton & Layton. 1987 ; Jurgenson, Brown & Jurgenson. 1985 ; Wells, Dalton & Brunner. 1984 ; Smith.1940 ?) ข้อสอบบางข้อผู้วิจัยสร้างเองโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและสำรวจพบว่านักเรียนในประเทศไทยมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ข้อสอบทุกข้อได้นำภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาเป็นตัวลวงสำหรับตัวเลือก แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษา 3 ท่าน (รายชื่อแสดงในภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา รูปแบบของข้อสอบและตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ของข้อสอบแต่ละข้อ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบทุกข้อเท่ากับ 1.00 ผู้วิจัยแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ต่อจากนั้นผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 โรงเรียนนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2542 จำนวน 2 คน เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการปรับปรุงภาษาให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ตลอดจนใช้ในการกะประมาณเวลาที่ใช้ในการทดสอบ แล้วนำข้อสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจิระประวัตวิทย์วิทยาคม อำเภอเมือง นครสวรรค์ ซึ่งเป็นโรงเรียนที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง จากเกณฑ์การคัดเลือกนักเรียนในเขตจังหวัดนครสวรรค์ โดยใช้ทดสอบนักเรียนจำนวน 80 คน การให้คะแนน ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

การหาคุณภาพของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของนักเรียนทั้ง 80 คน มาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบเพียร์สัน (r_{xx}) ของข้อสอบทั้งฉบับ ได้ $r_{xx} = .70$ และคำนวณค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วทำการคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.33 -0.76 และมีอำนาจจำแนกระหว่าง .06 - .28 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 ได้ข้อสอบผ่านเกณฑ์ทั้งสิ้น 25 ข้อ จากนั้นนำข้อสอบทั้ง 25 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจิระประวัตวิทย์วิทยาคม จำนวน 80 คน แล้วนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบเพียร์สันเท่ากับ 0.72 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.33 – 0.76 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.06 - 0.28 ซึ่งพบว่าข้อสอบฉบับนี้มีความเชื่อมั่นในระดับค่อนข้างสูง และมีค่าความยากง่ายในระดับน้อยจนถึงระดับปานกลาง ซึ่งเหมาะสมสำหรับใช้เพื่อวินิจฉัยภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเนื้อหา เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ เมื่อนำแบบทดสอบนี้ไปใช้ประกอบการสัมภาษณ์น่าจะสามารถวินิจฉัยภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.4 การดำเนินการทดลองใช้ตัวแบบ

ผู้วิจัยนำตัวแบบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาครู โดยดำเนินการตามลำดับขั้นในตัวแบบในขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 3 ใช้เวลาทดลองสอนประมาณ 50 คาบ (แผนดำเนินการ แสดงในตาราง 3)

ตาราง 3 แผนการดำเนินการทดลองใช้ตัวแบบ

กิจกรรมหลัก	กิจกรรมย่อย	รายละเอียดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
1. การเตรียมข้อมูลของผู้สอน	ส่วนที่ 1 สำรวจภาพลักษณ์ ๙	1. ศึกษางานวิจัยและภาพลักษณ์ในทัศน์ ๙ 2. สำรวจปัญหาและรวบรวมประเด็น 3. เตรียมเอกสาร	(6 เดือน) (2 เดือน) (2 เดือน)
	ส่วนที่ 1 นักศึกษาคูสำรวจภาพลักษณ์ ๙	1. กิจกรรมสำรวจความสามารถด้านวิชาการของนักศึกษาครูก่อนเรียน ได้แก่ ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศน์ทางเรขาคณิต ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2. กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน์ 2.1 นักศึกษาคูศึกษาภาพลักษณ์ในทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเอง ของครู นักเรียนและนักศึกษาคูที่สำรวจพบ 2.2 ผู้สอนเสนอแนะ แบบทดสอบและวิธีวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 2.3 นักศึกษาคูสำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 2.4 นักศึกษาคูรวบรวมผลการสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 2.5 นักศึกษาคูสรุปภาพลักษณ์ในทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย	(4 ชั่วโมง) 3 คาบ 3 คาบ (1 สัปดาห์) 2 คาบ 1 คาบ
	ส่วนที่ 2 ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาคู	1. นักศึกษาคูศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตจากการสอนของ โภทดี ไพฑูริย์และหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิต ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากหนังสือเรียนและผู้มีอรรถ ในรายวิชาที่มีเนื้อหาเรขาคณิตตามหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) 2. ผู้สอนให้ความรู้และอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศน์ทางเรขาคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศน์ทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน์ 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮิลล์ และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต	(2 เดือน) 4 คาบ 4 คาบ 3 คาบ 2 คาบ
	ส่วนที่ 3 นักศึกษาคูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางแก้ไข	1. กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข มีกิจกรรมย่อยดังนี้คือ 1.1 ให้นักศึกษาคูแก้ปัญหาและพิสูจน์ทางเรขาคณิต 1.2 นักศึกษาคูอภิปรายผลเสียของภาพลักษณ์ในทัศน์ที่คลาดเคลื่อนต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ 1.3 นักศึกษาคูร่วมกันอภิปราย เสนอแนวทางการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 2. กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาคู มีดังนี้คือ 2.1 ทดสอบความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ เกี่ยวกับ ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับนักเรียน และการนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากับกันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2.2 ทดสอบความสามารถทางวิชาชีพครู เกี่ยวกับ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2.3 ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนของนักศึกษาคูด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน 3. แก้ไขภาพลักษณ์ในทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของนักศึกษาคู เพื่อให้ภาพลักษณ์ในทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหมดไป 4. เสริมความรู้ทางด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ความรู้เกี่ยวกับ ความรู้เนื้อหาเรขาคณิต และความรู้หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	2 คาบ 1 คาบ 2 คาบ (4 ชั่วโมง) (2 ชั่วโมง) (2 ชั่วโมง) 4 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง
	ส่วนที่ 4 นักศึกษาคูออกแบบกิจกรรม	1. ผู้สอนนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการสร้างภาพลักษณ์ในทัศน์ทางเรขาคณิตเรขาคณิต สำหรับนักเรียนและการเขียนแผนการสอน และมอบหมายให้นักศึกษาคูออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการสอนกลุ่มละ 1 แผน 2. นักศึกษาคูออกแบบกิจกรรมและแผนการสอนในเนื้อหาที่ใช้ทดสอบภาคสนามแล้ว นำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนตามคำแนะนำ 3. ผู้สอนตรวจกิจกรรมและแผนการสอนและให้คำแนะนำ นักศึกษาคูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอน และนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 1-3 คน	6 คาบ (2 สัปดาห์) (1 สัปดาห์)
	นักศึกษาคูทดลองใช้กิจกรรม	1. นักศึกษาคูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาคูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนภาคสนาม โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอน 3. นักศึกษาคูประเมินการสอนของตนเองและนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป 4. นักศึกษาคูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน	(2 คาบ) (5 สัปดาห์) 12 คาบ (2 คาบ)
	นักศึกษาคูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน	1. นักศึกษาคูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 2. นักศึกษาคูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาคูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นไปใช้สอนนักเรียนเสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 4. นักศึกษาคูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมชุดใหม่เพื่อให้ได้กิจกรรมและแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ได้จริง	(3 คาบ) (2 คาบ) (2 คาบ) (2 สัปดาห์)
3. การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาคู	นักศึกษาคูทดลองใช้กิจกรรม	1. นักศึกษาคูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาคูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนภาคสนาม โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอน 3. นักศึกษาคูประเมินการสอนของตนเองและนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป 4. นักศึกษาคูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน	(2 คาบ) (5 สัปดาห์) 12 คาบ (2 คาบ)
	นักศึกษาคูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน	1. นักศึกษาคูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 2. นักศึกษาคูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาคูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นไปใช้สอนนักเรียนเสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 4. นักศึกษาคูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมชุดใหม่เพื่อให้ได้กิจกรรมและแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ได้จริง	(3 คาบ) (2 คาบ) (2 คาบ) (2 สัปดาห์)

หมายเหตุ 1. ใช้เวลาเรียนในชั้นเรียนปกติ 50 คาบ
2. ในวงเล็บแสดงระยะเวลาในการทำกิจกรรมนอกเวลาเรียนในชั้นเรียนปกติ
3. ในที่นี้ผู้วิจัยเป็นผู้สอน

รายละเอียดในการดำเนินการมีดังต่อไปนี้

3.4.1 การเตรียมข้อมูลของผู้สอน

เพื่อรวบรวมข้อมูลและเอกสารที่จะใช้จัดกิจกรรมสำหรับนักศึกษาครูและให้นักศึกษาครูได้ค้นคว้า ขั้นการเตรียมนักศึกษาครูมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้คือ ผู้สอนศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต คัดเลือกข้อสอบที่จะใช้สำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต สำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียน รวบรวมภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องความเท่ากันทุกประการ และพื้นที่ และเตรียมเอกสารช่วยเสริมสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

3.4.2 การเตรียมนักศึกษาครู

เพื่อให้นักศึกษาครูมีความรู้ทางเนื้อหาเรขาคณิตและความสามารถทางวิชาชีพครู การเตรียมนักศึกษาครู มีกิจกรรมที่สำคัญ 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต ส่วนที่ 2 กิจกรรมเตรียมความรู้พื้นฐาน ส่วนที่ 3 กิจกรรมเสริมสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู ส่วนที่ 4 การออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้

ส่วนที่ 1 นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต

เพื่อให้นักศึกษาครูมีประสบการณ์ด้วยตนเองในการสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียน สามารถวินิจฉัยภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและวิเคราะห์สาเหตุ ตลอดจนเรียงลำดับความคลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย มีกิจกรรมย่อย ๆ ดังนี้

1. กิจกรรมสำรวจความสามารถด้านวิชาการของนักศึกษาครูก่อนเรียน ได้แก่

1.1 ทดสอบภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต โดยใช้แบบทดสอบภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น (ใช้เวลา 2 ชั่วโมง) โดยที่ผู้วิจัยต้องการสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครู จึงมีการสัมภาษณ์ประกอบเพื่อค้นหาว่าการตอบของนักศึกษาครูมีเหตุผลในการเลือกคำตอบอย่างไร เดาคำตอบหรือไม่ การเดาคำตอบไม่ถือว่าผู้ตอบมีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ลักษณะภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้แก่ เข้าใจผิด เข้าใจคลาดเคลื่อน ไม่เข้าใจ ผลการทดสอบและการสัมภาษณ์พบว่านักศึกษาครูทุกคนมีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้งสองเนื้อหา (ผลการทดสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ณ)

1.2 ทดสอบความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยแบบทดสอบเนื้อหาเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของ โกมล ไพศาล (ใช้เวลาทดสอบ 2 ชั่วโมง) เพื่อหาจำนวนนักศึกษาที่มีความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป ผลการทดสอบพบว่าไม่มีนักศึกษาครูคนใดได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 (ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแสดงไว้ในภาคผนวก ข)

2. กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ มีกิจกรรมย่อย ๆ ดังนี้คือ

2.1 นักศึกษาครูศึกษาภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครู ครู และนักเรียน ที่ผู้วิจัยสำรวจพบ วิเคราะห์สาเหตุ ต่อจากนั้นผู้วิจัยนำเสนอภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครู นักศึกษาครูศึกษาภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเอง ผู้วิจัยและนักศึกษาครูช่วยกันอภิปรายผลและแก้ไขให้ถูกต้อง (3 คาบ)

2.2 ผู้สอนแบ่งนักศึกษาครูออกเป็นกลุ่มย่อย 10 กลุ่มละ 2-3 คน โดยมอบหมายให้แต่ละกลุ่มไปสำรวจเพื่อค้นหาภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาความเท่ากันทุกประการ

และพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3 ที่เคยเรียนเนื้อหานี้มาแล้ว และเป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานีและชัยนาท กำหนดให้สำรวจนักเรียนกลุ่มละ 10 คน โดยผู้วิจัยให้ข้อเสนอแนะวิธีการสำรวจ การวินิจฉัยเพื่อค้นหาภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและแบบทดสอบที่นักศึกษาครูจะใช้ประกอบการสำรวจ เนื่องจากแบบทดสอบมีหลายข้อ นักศึกษาครูและผู้วิจัยจึงอภิปรายร่วมกันถึงการคัดเลือกแบบทดสอบ ได้ผลสรุปว่าจะเลือกใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสำรวจพบว่านักเรียนมีภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตั้งแต่มากที่สุดลงมาเรื่องละ 5 ลำดับ ได้แบบทดสอบเรื่องละ 5 ข้อ โดยแยกเป็นเรื่อง ๆ ไม่นามาสลับข้อกัน ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของแบบทดสอบที่ใช้เพื่อวินิจฉัยความคลาดเคลื่อนคือแบบทดสอบจะแยกส่วนเป็นแบบทดสอบย่อย (Subtest) โดยแยกคำถามเป็นพวกๆตามเนื้อหา ไม่ปะปนกัน (3 คาบ)

2.3 นักศึกษาครูสำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

(กำหนดเวลา 1 สัปดาห์)

2.4 นักศึกษาครูรวบรวมผลสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแล้วนำผลที่ได้มารายงานและร่วมกันอภิปราย (2 คาบ) (ผลการสำรวจภาพลักษณ์โมโนทัศน์ของนักเรียนแสดงไว้ในภาคผนวก ข)

2.5 นักศึกษาครูสรุปภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย

(1 คาบ)

ส่วนที่ 2 ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู

เพื่อให้ นักศึกษาครูมีความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นขึ้นไป และมีความรู้ในการจัดการเรียนการสอนภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกิจกรรมย่อยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เป็นการศึกษาด้วยตนเองของนักศึกษาครูส่วนหนึ่ง และเป็นการศึกษาและอภิปรายจากข้อมูลที่ผู้สอนเตรียมข้อมูลอีกส่วนหนึ่ง มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาครูทุกคนศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตจากชุดการสอนของ โกมล ไพศาล (2540) หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจาก หนังสือเรียนและคู่มือครู ในรายวิชาที่บรรจุเนื้อหาเรขาคณิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และเอกสารประกอบการอบรมครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของสมพล เล็กสกุล และ ชูลีพร สุภธีระ เนื้อหา เรขาคณิต (2538) (ใช้เวลาศึกษาประมาณ 2 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม 2543)

2.2 ผู้สอนให้ความรู้ นักศึกษาครู นักศึกษาครูร่วมอภิปรายและทำกิจกรรมในเนื้อหาต่อไป นี้ (กำหนดเวลา 13 คาบ) รายละเอียดของเอกสารประกอบการสอนในภาคผนวก จ

2.2.1 การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์(4 คาบ)

2.2.2 ภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์โมโนทัศน์

(4 คาบ)

2.2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ (3 คาบ)

2.2.4 แนวการสอนและตัวอย่างเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต(2 คาบ)

ส่วนที่ 3 นักศึกษาครูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข

เพื่อให้ นักศึกษาครูเห็นผลเสียของการมีภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน ที่มีการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิตและเสนอแนะวิธีป้องกันและแก้ไขไม่ให้เกิดภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน ตลอดจนมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาเรขาคณิต หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จึงกำหนดให้นักศึกษาครูมีประกอบด้วยกิจกรรม กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์ในทัศนของนักศึกษาครู กิจกรรมซ่อมเสริมเพื่อทำให้ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูหมดไป และกิจกรรมเสริมความรู้แก่นักศึกษาครูด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายละเอียดดังนี้

1. กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน มีกิจกรรมย่อยดังนี้คือ

1.1 นักศึกษาครูแก้ปัญหาและพิสูจน์ทางเรขาคณิต แล้วตรวจคำตอบ ให้นักศึกษาครูสังเกตคำตอบของตนเองและของเพื่อน โดยหาเหตุผลประกอบอธิบายว่าเหตุใดนักศึกษาครูบางคนจึงไม่สามารถแก้ปัญหาและไม่สามารถพิสูจน์ได้ และเหตุใดบางคนจึงสามารถแก้ปัญหาและสามารถพิสูจน์ได้ใช้เวลา 2 คาบ (ปัญหาแสดงในภาคผนวก ฉ)

1.2 นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของการมีภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนที่มีต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ (1 คาบ)

1.3 นักศึกษาครูอภิปรายร่วมกันเพื่อนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้วิจัย (2 คาบ)

2. กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์ในทัศนของนักศึกษาครู มีกิจกรรมย่อยดังนี้

2.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน ความสามารถในการนำความรู้เรขาคณิตเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต โดยใช้แบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ใช้เวลาทดสอบ 4 ชั่วโมง (แบบทดสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ค)

2.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู วัดจากความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ใช้เวลาทดสอบ 2 ชั่วโมง (แบบทดสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ค)

2.3 ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักศึกษาครูด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียนใช้เวลาทดสอบ 2 ชั่วโมง (แบบทดสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ค)

2.4 ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียนใช้เวลาทดสอบ 2 ชั่วโมง (แบบทดสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ค)

3. ผู้สอนซ่อมเสริมเพื่อทำให้ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูหมดไป โดยผู้สอนจัดกิจกรรมนี้ให้เฉพาะนักศึกษาครูที่สำรวจพบว่า มีภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนก่อนออกทดลองสอนภาคสนาม จนกระทั่งนักศึกษาครูทุกคนไม่มีภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน (4 ชั่วโมง)

4. ผู้สอนเสริมความรู้แก่นักศึกษาด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้สอนจัดสอนเสริมให้นักศึกษาคูที่ทดสอบหลังเรียนแล้วยังไม่ถึงเกณฑ์ จนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป (6 ชั่วโมง)

ส่วนที่ 4 นักศึกษาคูออกแบบกิจกรรมกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้

เพื่อให้ นักศึกษาคูสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน และเขียนแผนการสอนเพื่อป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการดำเนินกิจกรรมดังนี้

1. ผู้สอนนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียนและวิธีการเขียนแผนการสอน (เอกสารการเขียนแผนการสอนแสดงไว้ในภาคผนวก จ) และมอบหมายให้นักศึกษาคูออกแบบกิจกรรมและแผนการสอนสำหรับสอนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มละ 1 แผน ผู้วิจัยตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ นักศึกษาคูปรับปรุงแก้ไข (6 คาบ)
2. นักศึกษาคูออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนและเขียนแผนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งจะใช้สำหรับทดลองสอนภาคสนาม นำกิจกรรมและแผนการสอนปรึกษาผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการปรับปรุงและปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (กำหนดเวลา 2 สัปดาห์)
3. ผู้สอนตรวจแผนการสอนและให้คำแนะนำเพิ่มเติม นักศึกษาคูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนตามคำแนะนำของผู้วิจัย หลังจากนั้นให้นักศึกษาคูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 1-3 คน นักศึกษาแต่ละกลุ่มปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนครั้งสุดท้าย (1 สัปดาห์)

3.4.3 การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาคู

การทดลองภาคสนามของนักศึกษาคู แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ การทดลองใช้กิจกรรมและการประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ซึ่งมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. นักศึกษาคูทดลองใช้กิจกรรม

เนื่องจากโรงเรียนที่ติดต่อไว้บางโรงเรียนขอให้เพิ่มกลุ่มนักศึกษาไปสอนนักเรียน เพราะมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อีกหนึ่งห้อง จึงมีความประสงค์ให้นักเรียนได้เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนแบบเดียวกัน ผู้สอนแบ่งกลุ่มนักศึกษาคูในการทดลองสอนภาคสนามออกเป็น 10 กลุ่ม ผู้สอนพร้อมด้วยอาจารย์นิเทศจากสถาบันราชภัฏนครสวรรค์อีก 1 คน นำนักศึกษาคูออกทดลองสอนภาคสนามในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นดังรายชื่อแสดงไว้ในภาคผนวก ก โดยใช้กิจกรรมและแผนการสอนที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและผู้สอน เป็นเวลา 5 สัปดาห์ โดยจัดตารางสอนให้แต่ละกลุ่มสอนสัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 2 คาบ จนครบ 12 คาบ (กำหนดเวลาสอนภาคสนามตั้งแต่วันที่ 17 สิงหาคมถึง วันที่ 8 กันยายน 2543) ในระหว่างทดลองสอนมีคณะประเมินให้คำแนะนำและประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนของนักศึกษาคู

ผู้วิจัยนำนักศึกษาคูออกทดลองสอนภาคสนาม โดยให้นักศึกษาดำเนินการดังนี้

1. ทดสอบนักเรียนก่อนเรียน

ก่อนทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาคู ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที

2. สอนตามแผนการสอน

หลังจากการทดลองสอนแต่ละสัปดาห์ นักศึกษาครูแต่ละกลุ่มนำเสนอปัญหาและอุปสรรคและให้ข้อเสนอแนะแก่เพื่อนนักศึกษาครูด้วยกันและรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้วิจัยและปรับปรุงการสอนในสัปดาห์ต่อไป (5 สัปดาห์)

3. ทดสอบนักเรียนหลังเรียน

หลังสิ้นสุดการทดลองสอนภาคสนาม นักศึกษาครูทดสอบหลังเรียนของนักเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียนและนำเสนอผลการสอนและการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตของนักเรียนโดยมีการอภิปรายร่วมกันพร้อมข้อเสนอแนะ แล้วแต่ละกลุ่มนำแผนการสอนไปปรับปรุงอีกครั้งเพื่อให้ได้แผนการสอนที่สามารถนำไปสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ประเมินสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนของนักศึกษาครู

ในระหว่างที่นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนาม คณะประเมินได้ทำการนิเทศการสอนและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด และมีการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนโดยคณะประเมิน คณะประเมินประกอบด้วย (1) ผู้สอน (2) อาจารย์นิเทศ สถาบันราชภัฏ 1 ท่าน (3) อาจารย์พี่เลี้ยงซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป (รายชื่ออาจารย์นิเทศและอาจารย์พี่เลี้ยงแสดงไว้ในภาคผนวก ก) โดยทุกห้องเรียนจะมี ผู้สอน อาจารย์นิเทศดังกล่าว และอาจารย์พี่เลี้ยง เป็นผู้ดูแล

นอกจากนี้มีการสอบวัดความสามารถด้านต่าง ๆ ภายหลังการทดลองสอนดังนี้

4.1 ทดสอบความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหา

เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน ความสามารถในการนำความรู้เรขาคณิตเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต โดยใช้แบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (แบบทดสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ค)

4.2 ทดสอบความสามารถทางวิชาชีพครู วัดจากความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและ

วิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (แสดงไว้ในภาคผนวก ค)

4.3 ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตของนักศึกษาครูด้วยแบบ

ทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน (แบบทดสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ค)

4.4 ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยแบบทดสอบ

ชุดเดียวกับก่อนเรียน (แบบทดสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ค)

2. นักศึกษาครูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน

เพื่อให้ นักศึกษาครูสามารถปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเองให้เหมาะสมยิ่งขึ้น หลังจากสิ้นสุดการทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู ผู้สอนจึงได้จัดกิจกรรมให้แก่ นักศึกษาดังนี้

1. ให้ นักศึกษาครูทุกกลุ่มนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น (3 คาบ) เพื่อประเมินว่าเมื่อให้นักเรียนดำเนินการตามกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นได้ผลอย่างไร

2. นักศึกษาครูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น (2 คาบ) โดยประเมินตนเองทุกขั้นตอนตั้งแต่การเขียนแผนการสอน การดำเนินการสอน ความเหมาะสมของกิจกรรม และความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนของกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น

3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นไปใช้สอนนักเรียน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน (2 คาบ)

4. ให้นักศึกษาครูทุกกลุ่มนำแผนการสอนไปปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมเป็นครั้งสุดท้าย เพื่อให้ได้กิจกรรมและแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง (2 สัปดาห์) ทั้งนี้ให้แต่ละกลุ่มนำแผนการสอนและกิจกรรมที่แก้ไขมาให้ผู้สอนตรวจสอบเป็นระยะ

ขั้นตอนที่ 4 การหาประสิทธิภาพของตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์ มโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

การดำเนินการในขั้นตอนนี้ มีกระบวนการดังต่อไปนี้

1. การกำหนดแผนแบบการทดลอง

เพื่อตอบคำถามวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของตัวแบบที่เป็นการแก้ไขภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จึงกำหนดแผนแบบการทดลองเน้นการวิเคราะห์ภาพลักษณ์มโนทัศน์ของนักศึกษาครูและความสามารถทางการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ของนักศึกษาครู โดยในการพัฒนาตัวแบบมีกิจกรรมที่ต้องใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาครูและกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่ใช้สำหรับทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู วิธีการเลือกแผนแบบการทดลองเป็นดังนี้

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาครู ใช้แผนแบบการทดลอง แบบกลุ่มเดียว วัดก่อน-หลังทดลอง (One Group , before after , Pretest-Posttest) (Kerlinger. 1973 : 319-321) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาครูมีเพียงกลุ่มเดียวคือกลุ่มทดลอง โดยใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเฉพาะในส่วนที่เป็นภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ส่วนเนื้อหาอื่นใช้การทดสอบหลังเรียนเพียงอย่างเดียวเป็นการเสริมสมรรถภาพการสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู แผนแบบการทดลองดังแสดงไว้ในภาพประกอบ 22

กลุ่มทดลอง Y_b (X) Y_a

Y_b หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน

Y_a หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

(X) หมายถึง การจัดทำ

ภาพประกอบ 22 แผนแบบการทดลอง

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนสำหรับให้นักศึกษาครูแต่ละกลุ่มทดลองสอนภาคสนาม มีกลุ่มเดียวคือกลุ่มทดลอง จึงเลือกแผนแบบการวิจัยเดียวกันกับนักศึกษาครู

2. การเลือกใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 สถิติพื้นฐาน

2.1.1 ร้อยละ

การคำนวณค่าร้อยละใช้ในการตรวจสอบดังนี้

1. การตรวจสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาครูและนักเรียนใช้การหาค่าร้อยละและการสัมภาษณ์ประกอบ
2. การตรวจสอบความสามารถทางด้านต่าง ๆ ได้แก่ การแก้ปัญหาและการพิสูจน์ความรู้ทางด้านหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ใช้ค่าร้อยละเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ

2.1.2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel) ใช้ในการตรวจสอบดังนี้

1. การตรวจสอบตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกระทำโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินความเหมาะสมของตัวแบบก่อนนำไปทดลองใช้ โดยตรวจสอบความเหมาะสมของรายละเอียดหลักของตัวแบบจากคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. การตรวจสอบความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนของนักศึกษาครูใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าร้อยละของความคิดเห็นของคณะประเมิน

2.2 สถิติที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อสอบแต่ละข้อ โดยหาดัชนีความสัมพันธ์ (Rovinnelli and Hambleton. 1980 : 80-123 ; บุญเชิด ภิญญอนันต์พงษ์. 2527 : 69) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสัมพันธ์

R แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ

การหาอำนาจจำแนก (Discriminant power) ระดับความยากง่าย (Degree of difficulty) ของข้อสอบเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 33% (ประคอง กรรณสูตร. 2525 : 33- 34) โดยใช้สูตร

$$D = \frac{R_u - R_L}{N}$$

2

$$P = \frac{R_u + R_L}{N}$$

D หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก

P หมายถึง ค่าระดับความยากง่าย

R_U หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

R_L หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N หมายถึง จำนวนคนทั้งหมด

2.4 สถิติที่ใช้ในการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตของนักเรียนและนักศึกษาครู และแบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ของนักศึกษาครู หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยการคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Reliability coefficient) โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) KR-20 (ประคอง กรรณสูตร. 2525 : 46) ดังนี้

$$r_{xx} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ r_{xx} หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ,

n หมายถึง จำนวนข้อสอบ

S_x^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนของผู้ทดสอบทั้งหมด

p หมายถึง สัดส่วนของคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ ,

q หมายถึง $1 - p$

3. การคำนวณหาประสิทธิภาพของตัวแบบ

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

การหาประสิทธิภาพของตัวแบบ ใช้ผลที่ได้จากการทดสอบดังต่อไปนี้ ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู ผลการทดสอบสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู และ ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนและหลังการทดลองสอน

3.2 เกณฑ์การพิจารณาประสิทธิภาพของตัวแบบ

ประสิทธิภาพตัวแบบวัดจากเกณฑ์ต่อไปนี้

1. นักศึกษาครูตั้งแต่ร้อยละ 80 ของนักศึกษาครูที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ไม่มีภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต
2. นักศึกษาครูตั้งแต่ร้อยละ 80 ของนักศึกษาครูทั้งหมด มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิตในเรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม
3. นักศึกษาครูตั้งแต่ร้อยละ 80 ของนักศึกษาครูทั้งหมด มีความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม
4. นักศึกษาครูร้อยละ 80 ของนักศึกษาครูทั้งหมด มีความรู้ด้านหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป
5. นักศึกษาครูทุกกลุ่ม มีความสามารถด้านการเตรียมการสอนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม
6. นักศึกษาครูทุกกลุ่ม มีความสามารถด้านการดำเนินการสอนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

7. กิจกรรมที่นักศึกษาครูออกแบบมีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนสำหรับ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยพิจารณาจาก นักเรียนที่เคยมีภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตตั้งแต่ร้อยละ 80 ไม่มีภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตเหลืออยู่

3.3 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของตัวแบบ

การวัดประสิทธิภาพของตัวแบบมีลำดับขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้คือ การทดลองสอนนักศึกษาครูของผู้วิจัย นักศึกษาครูแต่ละกลุ่มพัฒนากิจกรรมและแผนการสอน และนักศึกษาครูออกทดลองสอนภาคสนามในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

การหาประสิทธิภาพของตัวแบบได้ดำเนินการดังนี้

3.3.1 ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู เพื่อค้นหาภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูและจำนวนนักศึกษาครูที่มีภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน ทดสอบก่อนและหลังจากผู้วิจัยทดลองสอนนักศึกษาครูโดยใช้ตัวแบบที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แบบทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.3.2 ทดสอบความรู้ด้านเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครู เพื่อหาจำนวนนักศึกษาครูที่มีความรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป ทดสอบก่อนและหลังจากผู้วิจัยทดลองสอนนักศึกษาครูโดยใช้ตัวแบบที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้ด้านเนื้อหาเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของ โกมล ไพศาล

3.3.3 ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู เพื่อหาจำนวนนักศึกษาครูที่ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป ทดสอบก่อนให้นักศึกษาครูพัฒนากิจกรรมและแผนการสอน โดยใช้แบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.3.4 ทดสอบความรู้ด้านหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครู เพื่อหาจำนวนนักศึกษาครูที่ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป ทดสอบก่อนให้นักศึกษาครูพัฒนา กิจกรรมและแผนการสอน โดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.3.5 ประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนและด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครูแต่ละกลุ่ม โดยให้คณะประเมินทำการประเมินในขณะที่นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนาม โดยใช้แบบประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.3.6 ประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครูแต่ละกลุ่ม โดยให้คณะประเมินทำการประเมินในขณะที่นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนาม โดยใช้แบบประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.3.6 ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียน เพื่อค้นหาภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและหาจำนวนนักเรียนที่มีภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน ทดสอบก่อนและหลังจากนักศึกษาครูทดลองสอนนักเรียน เพื่อวัดประสิทธิภาพของกิจกรรมและแผนการสอนที่นักศึกษาครูพัฒนาขึ้น

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยและพัฒนา ผลการวิจัยแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ ตัวแบบและผลการทดลองใช้ตัวแบบ ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. ผลการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนสำหรับนักศึกษาครู
 - 1.1 ผลการพัฒนาตัวแบบฉบับร่าง
 - 1.2 ผลการพัฒนาตัวแบบฉบับปรับปรุง
 - 1.3 ผลการพัฒนาตัวแบบฉบับสมบูรณ์
2. ผลการพัฒนาเครื่องมือที่เป็นตัวจัดกระทำ
 - 2.1 เอกสารประกอบการสอนและอภิปราย
 - 2.2 เอกสารประกอบการสอนและกิจกรรม
 - 2.3 ผลการสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต
 - 2.4 ชุดการสอนเนื้อหาเรขาคณิต
3. ผลการวิเคราะห์เครื่องมือในการวัดและประเมินผล
 - 3.1 แบบทดสอบความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการของนักศึกษาครู
 - 3.2 แบบทดสอบความสามารถทางวิชาชีพครูของนักศึกษาครู
 - 3.3 แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต
4. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตัวแบบ

1. ผลการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนสำหรับนักศึกษาครู

การดำเนินการพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำผลการศึกษามาสร้างตัวแบบฉบับร่าง จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเป็นไปได้ของตัวแบบ นำตัวแบบมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำตัวแบบไปทดลองใช้กับนักศึกษาครู นำผลที่ได้จากการทดลองใช้ตัวแบบมาปรับปรุงครั้งสุดท้ายได้เป็นตัวแบบฉบับสมบูรณ์ การพัฒนาตัวแบบทั้ง 3 ฉบับ ปรากฏดังต่อไปนี้

1.1 ผลการพัฒนาตัวแบบฉบับร่าง

1.1.1 กรอบความคิดในการสร้างตัวแบบฉบับร่าง

ตัวแบบฉบับร่างประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมข้อมูลของผู้วิจัย การเตรียมนักศึกษาครู และการให้นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนาม ดังภาพประกอบที่ 23

ผู้วิจัยเตรียมข้อมูล	ผู้วิจัยเตรียมข้อมูลดังต่อไปนี้ 1. ศึกษางานวิจัยภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิต 2. สืบหาปัญหาจริงและรวบรวมประเด็นปัญหาที่ได้ 3. เตรียมเอกสารช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครูเพื่อเป็นแหล่งค้นคว้าในขั้นการเตรียมนักศึกษาครู								
การเตรียมนักศึกษาครู	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="269 404 400 600"> ส่วนที่ 1 กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์โน้ตค้น </td><td data-bbox="400 404 1327 600"> ให้นักศึกษาครูปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้คือ 1. สังเกตภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลทั่วไป ® ทดสอบภาพลักษณ์ก่อนเรียน 2. สืบหาวิจัยภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 3. รวมผลสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อน 4. สรุปภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนตามลำดับมากน้อย </td></tr> <tr> <td data-bbox="269 600 400 928"> ส่วนที่ 2 กิจกรรมเตรียมความรู้พื้นฐาน </td><td data-bbox="400 600 1327 928"> แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูทำการศึกษาเนื้อหาและหลักสูตรเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอน หนังสือเรียนและคู่มือครู) 2. ผู้วิจัยให้ความรู้และนักศึกษาครูทำการศึกษาและอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์โน้ตค้น 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต 2.5 การเขียนแผนการสอน </td></tr> <tr> <td data-bbox="269 928 400 1233"> ส่วนที่ 3 กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข </td><td data-bbox="400 928 1327 1233"> 1. ผู้วิจัยเสนอปัญหาเพื่อให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2. นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของการมีภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนที่มีต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต เสริมด้วยความเห็นของผู้วิจัย 3. นักศึกษาครูนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อน 4. ผู้วิจัยทำการทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู ® ทดสอบนอกเวลา อย่างละ 3 ชั่วโมง 1 วัน 4.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 4.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู วัดจากความรู้เกี่ยวกับ หลักสูตร วิธีสอน เรขาคณิต </td></tr> <tr> <td data-bbox="269 1233 400 1474"> ส่วนที่ 4 การออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้ </td><td data-bbox="400 1233 1327 1474"> 1. ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน และมอบหมายให้นักศึกษาออกแบบกิจกรรม 2. นักศึกษาครูปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการออกแบบกิจกรรม 3. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตค้น 4. นักศึกษาครูเสนอกิจกรรมที่ออกแบบ อภิปรายข้อดี ข้อเสียของกิจกรรมที่เสนอ ปรับปรุงแก้ไข 5. นักศึกษาครูนำกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2-3 คน 8* </td></tr> </table>	ส่วนที่ 1 กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์โน้ตค้น	ให้นักศึกษาครูปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้คือ 1. สังเกตภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลทั่วไป ® ทดสอบภาพลักษณ์ก่อนเรียน 2. สืบหาวิจัยภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 3. รวมผลสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อน 4. สรุปภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนตามลำดับมากน้อย	ส่วนที่ 2 กิจกรรมเตรียมความรู้พื้นฐาน	แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูทำการศึกษาเนื้อหาและหลักสูตรเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอน หนังสือเรียนและคู่มือครู) 2. ผู้วิจัยให้ความรู้และนักศึกษาครูทำการศึกษาและอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์โน้ตค้น 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต 2.5 การเขียนแผนการสอน	ส่วนที่ 3 กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข	1. ผู้วิจัยเสนอปัญหาเพื่อให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2. นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของการมีภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนที่มีต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต เสริมด้วยความเห็นของผู้วิจัย 3. นักศึกษาครูนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อน 4. ผู้วิจัยทำการทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู ® ทดสอบนอกเวลา อย่างละ 3 ชั่วโมง 1 วัน 4.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 4.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู วัดจากความรู้เกี่ยวกับ หลักสูตร วิธีสอน เรขาคณิต	ส่วนที่ 4 การออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้	1. ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน และมอบหมายให้นักศึกษาออกแบบกิจกรรม 2. นักศึกษาครูปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการออกแบบกิจกรรม 3. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตค้น 4. นักศึกษาครูเสนอกิจกรรมที่ออกแบบ อภิปรายข้อดี ข้อเสียของกิจกรรมที่เสนอ ปรับปรุงแก้ไข 5. นักศึกษาครูนำกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2-3 คน 8*
ส่วนที่ 1 กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์โน้ตค้น	ให้นักศึกษาครูปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้คือ 1. สังเกตภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลทั่วไป ® ทดสอบภาพลักษณ์ก่อนเรียน 2. สืบหาวิจัยภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 3. รวมผลสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อน 4. สรุปภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนตามลำดับมากน้อย								
ส่วนที่ 2 กิจกรรมเตรียมความรู้พื้นฐาน	แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูทำการศึกษาเนื้อหาและหลักสูตรเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอน หนังสือเรียนและคู่มือครู) 2. ผู้วิจัยให้ความรู้และนักศึกษาครูทำการศึกษาและอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์โน้ตค้น 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต 2.5 การเขียนแผนการสอน								
ส่วนที่ 3 กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข	1. ผู้วิจัยเสนอปัญหาเพื่อให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2. นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของการมีภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนที่มีต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต เสริมด้วยความเห็นของผู้วิจัย 3. นักศึกษาครูนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อน 4. ผู้วิจัยทำการทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู ® ทดสอบนอกเวลา อย่างละ 3 ชั่วโมง 1 วัน 4.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 4.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู วัดจากความรู้เกี่ยวกับ หลักสูตร วิธีสอน เรขาคณิต								
ส่วนที่ 4 การออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้	1. ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน และมอบหมายให้นักศึกษาออกแบบกิจกรรม 2. นักศึกษาครูปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการออกแบบกิจกรรม 3. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตค้น 4. นักศึกษาครูเสนอกิจกรรมที่ออกแบบ อภิปรายข้อดี ข้อเสียของกิจกรรมที่เสนอ ปรับปรุงแก้ไข 5. นักศึกษาครูนำกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2-3 คน 8*								
การให้นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนาม	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="269 1474 400 1670"> การทดลองใช้กิจกรรม </td><td data-bbox="400 1474 1327 1670"> 1. นักศึกษาครูเขียนแผนการสอนโดยใช้กิจกรรมที่ออกแบบ C* ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนจริง ® ทดสอบความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู 3. นักศึกษาครูประเมินการสอนของตนเอง 4. นักศึกษาครูนำข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่มไปปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป </td></tr> <tr> <td data-bbox="269 1670 400 1902"> การประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน </td><td data-bbox="400 1670 1327 1902"> 1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนที่เขียนขึ้น ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนหลังเรียน 2. นักศึกษาครูและผู้วิจัยร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำไปใช้ เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้วิจัย 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง ® ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นหลังเรียนของนักศึกษาครู และทดสอบความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต </td></tr> </table>	การทดลองใช้กิจกรรม	1. นักศึกษาครูเขียนแผนการสอนโดยใช้กิจกรรมที่ออกแบบ C* ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนจริง ® ทดสอบความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู 3. นักศึกษาครูประเมินการสอนของตนเอง 4. นักศึกษาครูนำข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่มไปปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป	การประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน	1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนที่เขียนขึ้น ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนหลังเรียน 2. นักศึกษาครูและผู้วิจัยร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำไปใช้ เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้วิจัย 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง ® ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นหลังเรียนของนักศึกษาครู และทดสอบความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต				
การทดลองใช้กิจกรรม	1. นักศึกษาครูเขียนแผนการสอนโดยใช้กิจกรรมที่ออกแบบ C* ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนจริง ® ทดสอบความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู 3. นักศึกษาครูประเมินการสอนของตนเอง 4. นักศึกษาครูนำข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่มไปปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป								
การประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน	1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนที่เขียนขึ้น ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนหลังเรียน 2. นักศึกษาครูและผู้วิจัยร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำไปใช้ เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้วิจัย 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง ® ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นหลังเรียนของนักศึกษาครู และทดสอบความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต								

A* ประเมินความเป็นไปได้ของตัวแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

B ประเมินกิจกรรมโดยคณะประเมินซึ่งประกอบด้วย ผู้วิจัย อาจารย์สถาบันราชภัฏ และ อาจารย์
พี่เลี้ยงประจำวิชา

C* ประเมินการเขียนแผนการสอนโดยคณะประเมินชุดเดียวกับ B *

หมายเหตุ

เนื่องจากจะมีส่วนของการวิจัยประกอบ จะใช้ ⑧ กำกับไว้

ส่วนของการวิจัยประกอบด้วย

1. ทดสอบภาพลักษณ์ลักษณ์โมโนทัศน์ก่อนเรียนของนักศึกษาครู ก่อนเริ่มกิจกรรมสำรวจ
ภาพลักษณ์โมโนทัศน์

2. ทดสอบความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการและด้านวิชาชีพครูของนักศึกษาครู หลังจาก
กิจกรรมการวิเคราะห์ผลกระทบและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข

3. ทดสอบภาพลักษณ์โมโนทัศน์ของนักเรียนก่อนใช้กิจกรรมที่ออกแบบ และทดสอบหลังจากใช้
กิจกรรมที่ออกแบบ

4. ทดสอบความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนในขณะนี้นักศึกษาครูทำ
การสอนจริง

5. ทดสอบความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ของนักศึกษาครู เรื่อง ความเท่ากัน
ทุกประการ และพื้นที่

6. ทดสอบภาพลักษณ์โมโนทัศน์หลังเรียนของนักศึกษาครูหลังเสร็จสิ้นการทดลองสอนโดยใช้
ตัวแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.1.2 การตรวจสอบความเป็นไปได้ของตัวแบบ

ผู้วิจัยนำตัวแบบฉบับร่างไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเป็นไปได้ของตัวแบบฉบับร่าง
โดยใช้แบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่าและแบบประเมินปลายเปิดซึ่งมีไว้เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญให้
ข้อเสนอแนะ ผลการประเมินความเหมาะสมของตัวแบบตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้ประเมินคนที่					ค่าสถิติ	
		1	2	3	4	5	$\bar{x}$	S.D.
1	กรอบแนวคิด/ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาตัวแบบมีความเหมาะสม	5	5	5	5	4	4.8	0.447
2	องค์ประกอบของตัวแบบสอดคล้องกับกรอบแนวคิด/ทฤษฎี	5	5	5	4	4	4.6	0.548
3	ลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ของตัวแบบมีความเหมาะสม	5	5	5	5	4	4.8	0.447
4	ขั้นตอนต่าง ๆ ของตัวแบบมีความสอดคล้องกัน	5	5	5	4	3	4.4	0.894
5	กำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนชัดเจน	5	5	5	4	4	4.6	0.548
6	รายละเอียดแต่ละขั้นตอนสามารถนำไปปฏิบัติได้	5	5	5	5	4	4.8	0.447
7	วิธีการดำเนินการในขั้นที่ผู้วิจัยเตรียมข้อมูลเพียงพอ	5	5	5	4	3	4.4	0.894
8	วิธีการดำเนินงานในขั้นการให้นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนามเพียงพอ	5	5	5	4	3	4.4	0.894
9	วิธีการดำเนินงานในขั้นการเตรียมนักศึกษาครูเพียงพอ	5	5	5	4	3	4.4	0.894
10	กิจกรรมในแต่ละส่วนของการเตรียมนักศึกษาครูชัดเจน	5	5	5	4	4	4.6	0.548
11	การจัดแบ่งส่วนในการเตรียมนักศึกษาครูมีความเหมาะสม	5	5	4	4	3	4.2	0.837
12	กิจกรรมในแต่ละส่วนของการเตรียมนักศึกษาครูปฏิบัติได้	5	5	4	3	3	4.0	1.000

จากตาราง 4 พบว่าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่าอยู่ระหว่าง 4.0-4.8 ซึ่งมากกว่า 3.51 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่าอยู่ระหว่าง 0.447-1.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นที่ตัวแบบเบื้องต้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมค่อนข้างมาก ถึงมาก และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน มีความใกล้เคียงกันหรือมีความสอดคล้องกัน (ตัวแบบแสดงไว้ในภาคผนวก ข)

นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขตัวแบบ ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงตัวแบบของผู้เชี่ยวชาญ

รายการเดิม	ข้อเสนอแนะ
1. กำหนดส่วนของการวิจัยไว้ในตัวแบบ	ไม่ควรมีส่วนของการวิจัยในตัวแบบ ควรเขียนไว้ในวิธีดำเนินการ
2. คำว่า “ผู้วิจัย” ในตัวแบบ	เพื่อให้เป็นตัวอย่างทั่วไปไม่ควรใช้คำว่า “ผู้วิจัย” ในตัวแบบ ควรใช้ “ผู้สอน” แทน
3. มีส่วนย่อย ๆ หลายส่วนเกินไป	ควรยุบส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 ของขั้นตอนการเตรียมนักศึกษาครูเป็นส่วนเดียวกัน
4. การศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอนของ “โกลม ไพศาล” สำหรับนักศึกษาครู	ควรให้อิสระนักศึกษาครูในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากเอกสาร ตำราหรือหนังสือเรียนเรขาคณิตทั่วไป ไม่ควรจำกัดเฉพาะชุดการสอนของโกลม ไพศาล
5. หลักการและเหตุผลยังไม่ชัด	ควรเน้นหลักการเหตุผลและจุดประสงค์ให้ชัดเจน
6. มีรายละเอียดของตัวแบบน้อย	ควรปรับปรุงรายละเอียดในเรื่องการทดสอบให้มากขึ้น
7. การทดสอบหลังเรียนหลังจากสิ้นสุดการทดลองสอนของผู้วิจัย	ควรปรับปรุงลำดับขั้นตอนการทดสอบหลังเรียนจากสิ้นสุดการทดลองของผู้วิจัยเป็นการทดสอบก่อนออกทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู เพื่อแก้ไขและปรับปรุงภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนและให้นักศึกษาครูมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้เสียก่อน
8. ลำดับขั้นตอนการออกแบบกิจกรรมของนักศึกษาครู โดยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญก่อนออกแบบกิจกรรม	ควรให้นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการสอนก่อน จึงนำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง
9. หน้าที่ผู้วิจัยขณะที่นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนามไม่ได้ระบุไว้	ควรระบุด้วยว่า ผู้วิจัย ทำหน้าที่อะไรในขณะที่นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนาม
10. กิจกรรมการเขียนแผนการสอนเดิมอยู่ ส่วนที่ 2 กิจกรรมเตรียมความรู้พื้นฐาน	ควรเลื่อนกิจกรรมการเขียนแผนการสอนไปอยู่ในส่วนที่ 4 เพื่อความต่อเนื่องของกิจกรรม

จากตาราง 5 จะเห็นได้ว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าขั้นตอนของตัวแบบยังคงเดิม แต่ควรปรับปรุงรายละเอียดของกิจกรรมในแต่ละส่วนของตัวแบบและปรับปรุงทางด้านภาษาให้มีความชัดเจนและปรับขั้นตอนของกิจกรรมเหล่านั้นให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

1.2 ผลการพัฒนาตัวแบบฉบับปรับปรุง

ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปปรึกษากับประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำมาตัวแบบฉบับร่างมาปรับปรุง เพื่อที่จะนำไปใช้ภาคสนามต่อไป ผลการพัฒนาตัวแบบฉบับปรับปรุงแสดงไว้ในภาพประกอบ 24 (รายละเอียดประกอบตัวแบบดูได้ในภาคผนวก ข)

การเตรียมข้อมูลของผู้สอน	ผู้สอนเตรียมข้อมูลดังต่อไปนี้ 1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต 2. สำรวจภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของครู นักศึกษาครู และนักเรียน รวบรวมภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 3. เตรียมเอกสารช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครูเพื่อเป็นแหล่งค้นคว้าในการเตรียมนักศึกษาครู								
การเตรียมนักศึกษาครู	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="283 377 429 639"> ส่วนที่ 1 นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน </td><td data-bbox="429 377 1352 639"> 1. กิจกรรมสำรวจความสามารถด้านวิชาการของนักศึกษาครูก่อนเรียน ได้แก่ ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2. กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน 2.1 นักศึกษาครูศึกษาภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลอื่นที่ตรงพบ 2.2 นักศึกษาครูได้รับการแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาที่เรียน 2.3 นักศึกษาครูสำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 2.4 นักศึกษาครูรวบรวมผลการสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 2.5 นักศึกษาครูสรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย </td></tr> <tr> <td data-bbox="283 639 429 880"> ส่วนที่ 2 ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู </td><td data-bbox="429 639 1352 880"> แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตจากชุดการสอนของ โคมกฏ ไพศาล และพิศมัยกุลและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) หนังสือเรียนและคู่มือครู ในรายวิชาที่มีเนื้อหาเรขาคณิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) 2. ผู้สอนให้ความรู้และอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางเรขาคณิต 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ นวน อิลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อกระตือรือร้นทางการคิดทางเรขาคณิต </td></tr> <tr> <td data-bbox="283 880 429 1251"> ส่วนที่ 3 นักศึกษาครูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข </td><td data-bbox="429 880 1352 1251"> 1. กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข มีกิจกรรมย่อยดังนี้คือ 1.1 ให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและพิสูจน์ทางเรขาคณิต 1.2 ให้นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ 1.3 นักศึกษาครูร่วมกันอภิปราย เสนอแนวทางการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 2. กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู มีดังนี้คือ 2.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน และการนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู ส่วนที่เกี่ยวข้องกับ หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตหลังเรียนของนักศึกษาครูด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน 3. กิจกรรมซ่อมเสริมเพื่อทำให้ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูให้หมดไป 4. กิจกรรมเสริมความรู้ทางด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ให้นักศึกษาครู จนกระทั่งนักศึกษาครูทุกคนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 </td></tr> <tr> <td data-bbox="283 1251 429 1458"> ส่วนที่ 4 นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้ </td><td data-bbox="429 1251 1352 1458"> 1. ผู้สอนนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและวิธีการดำเนินงานในการสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต และการเขียนแผนการสอน และมอบหมายให้นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการสอนกลุ่มละ 1 แผน 2. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและแผนการสอนในเนื้อหาที่ใช้ทดลองสอนภาคสนามแล้ว นำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนตามคำแนะนำ 3. ผู้สอนตรวจกิจกรรมและแผนการสอนและให้คำแนะนำ นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 1-3 คน </td></tr> </table>	ส่วนที่ 1 นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน	1. กิจกรรมสำรวจความสามารถด้านวิชาการของนักศึกษาครูก่อนเรียน ได้แก่ ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2. กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน 2.1 นักศึกษาครูศึกษาภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลอื่นที่ตรงพบ 2.2 นักศึกษาครูได้รับการแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาที่เรียน 2.3 นักศึกษาครูสำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 2.4 นักศึกษาครูรวบรวมผลการสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 2.5 นักศึกษาครูสรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย	ส่วนที่ 2 ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู	แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตจากชุดการสอนของ โคมกฏ ไพศาล และพิศมัยกุลและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) หนังสือเรียนและคู่มือครู ในรายวิชาที่มีเนื้อหาเรขาคณิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) 2. ผู้สอนให้ความรู้และอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางเรขาคณิต 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ นวน อิลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อกระตือรือร้นทางการคิดทางเรขาคณิต	ส่วนที่ 3 นักศึกษาครูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข	1. กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข มีกิจกรรมย่อยดังนี้คือ 1.1 ให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและพิสูจน์ทางเรขาคณิต 1.2 ให้นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ 1.3 นักศึกษาครูร่วมกันอภิปราย เสนอแนวทางการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 2. กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู มีดังนี้คือ 2.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน และการนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู ส่วนที่เกี่ยวข้องกับ หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตหลังเรียนของนักศึกษาครูด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน 3. กิจกรรมซ่อมเสริมเพื่อทำให้ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูให้หมดไป 4. กิจกรรมเสริมความรู้ทางด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ให้นักศึกษาครู จนกระทั่งนักศึกษาครูทุกคนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80	ส่วนที่ 4 นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้	1. ผู้สอนนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและวิธีการดำเนินงานในการสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต และการเขียนแผนการสอน และมอบหมายให้นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการสอนกลุ่มละ 1 แผน 2. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและแผนการสอนในเนื้อหาที่ใช้ทดลองสอนภาคสนามแล้ว นำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนตามคำแนะนำ 3. ผู้สอนตรวจกิจกรรมและแผนการสอนและให้คำแนะนำ นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 1-3 คน
ส่วนที่ 1 นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน	1. กิจกรรมสำรวจความสามารถด้านวิชาการของนักศึกษาครูก่อนเรียน ได้แก่ ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2. กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน 2.1 นักศึกษาครูศึกษาภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลอื่นที่ตรงพบ 2.2 นักศึกษาครูได้รับการแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาที่เรียน 2.3 นักศึกษาครูสำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 2.4 นักศึกษาครูรวบรวมผลการสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 2.5 นักศึกษาครูสรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย								
ส่วนที่ 2 ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู	แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตจากชุดการสอนของ โคมกฏ ไพศาล และพิศมัยกุลและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) หนังสือเรียนและคู่มือครู ในรายวิชาที่มีเนื้อหาเรขาคณิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) 2. ผู้สอนให้ความรู้และอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางเรขาคณิต 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ นวน อิลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อกระตือรือร้นทางการคิดทางเรขาคณิต								
ส่วนที่ 3 นักศึกษาครูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข	1. กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข มีกิจกรรมย่อยดังนี้คือ 1.1 ให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและพิสูจน์ทางเรขาคณิต 1.2 ให้นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ 1.3 นักศึกษาครูร่วมกันอภิปราย เสนอแนวทางการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 2. กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู มีดังนี้คือ 2.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน และการนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู ส่วนที่เกี่ยวข้องกับ หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตหลังเรียนของนักศึกษาครูด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน 3. กิจกรรมซ่อมเสริมเพื่อทำให้ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูให้หมดไป 4. กิจกรรมเสริมความรู้ทางด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ให้นักศึกษาครู จนกระทั่งนักศึกษาครูทุกคนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80								
ส่วนที่ 4 นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้	1. ผู้สอนนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและวิธีการดำเนินงานในการสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต และการเขียนแผนการสอน และมอบหมายให้นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการสอนกลุ่มละ 1 แผน 2. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและแผนการสอนในเนื้อหาที่ใช้ทดลองสอนภาคสนามแล้ว นำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนตามคำแนะนำ 3. ผู้สอนตรวจกิจกรรมและแผนการสอนและให้คำแนะนำ นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 1-3 คน								
การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="283 1458 429 1622"> นักศึกษาครูทดลองใช้กิจกรรม </td><td data-bbox="429 1458 1352 1622"> 1. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนภาคสนาม โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถด้านการสอน จาก ความสามารถด้านการเรียนการสอนและการดำเนินการสอน 3. นักศึกษาครูปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเองในหัวข้อต่อไปโดยอาศัยผลจากการอภิปรายและข้อเสนอแนะของกลุ่ม 4. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน </td></tr> <tr> <td data-bbox="283 1622 429 1758"> นักศึกษาครูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน </td><td data-bbox="429 1622 1352 1758"> 1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 2. นักศึกษาครูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นไปใช้สอนนักเรียน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมและแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง </td></tr> </table>	นักศึกษาครูทดลองใช้กิจกรรม	1. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนภาคสนาม โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถด้านการสอน จาก ความสามารถด้านการเรียนการสอนและการดำเนินการสอน 3. นักศึกษาครูปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเองในหัวข้อต่อไปโดยอาศัยผลจากการอภิปรายและข้อเสนอแนะของกลุ่ม 4. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน	นักศึกษาครูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน	1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 2. นักศึกษาครูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นไปใช้สอนนักเรียน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมและแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง				
นักศึกษาครูทดลองใช้กิจกรรม	1. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนภาคสนาม โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถด้านการสอน จาก ความสามารถด้านการเรียนการสอนและการดำเนินการสอน 3. นักศึกษาครูปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเองในหัวข้อต่อไปโดยอาศัยผลจากการอภิปรายและข้อเสนอแนะของกลุ่ม 4. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน								
นักศึกษาครูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน	1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 2. นักศึกษาครูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นไปใช้สอนนักเรียน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมและแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง								

ภาพประกอบ 24 ตัวอย่างปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.3 ผลการพัฒนาตัวแบบฉบับสมบูรณ์

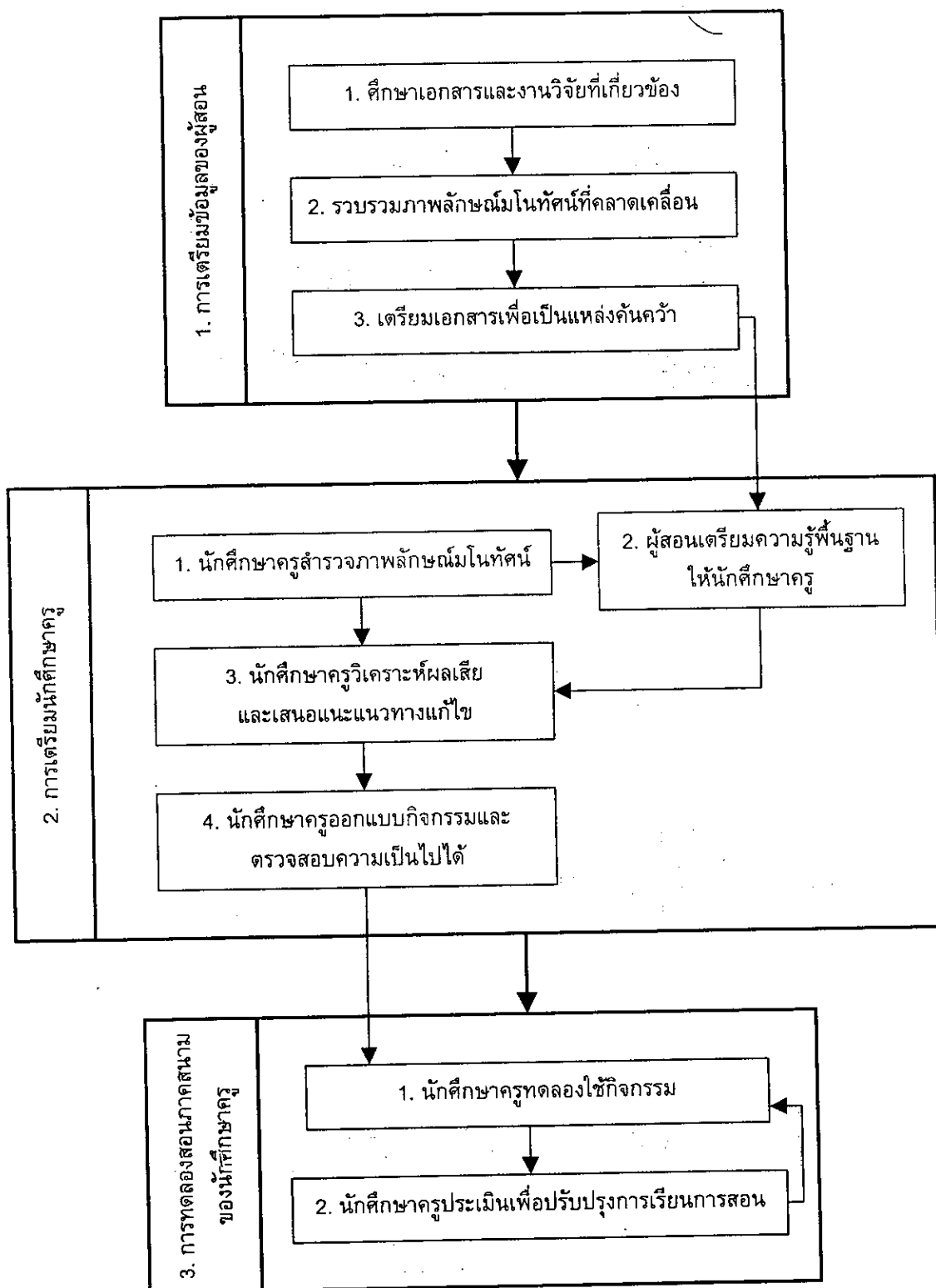
จากการนำตัวแบบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ในสภาพจริงเพื่อหาประสิทธิภาพของตัวแบบพบว่าควรมีการปรับปรุงแก้ไขรายละเอียดหลักของตัวแบบที่เป็นวิธีดำเนินการในขั้นตอนในข้อ 3 การทดลองภาคสนามของนักศึกษาครู ปรับปรุงตัวแบบส่วนที่เป็นการดำเนินการโดยการเพิ่ม ข้อ 5 นักศึกษาทบทวนและสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนก่อนการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียน เพื่อให้สามารถแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ของนักเรียนให้ลดลงได้มากยิ่งขึ้น หรือทำให้หมดไป ดังรายการในตาราง 6

ตาราง 6 การปรับปรุงรายละเอียดหลักของตัวแบบ

กิจกรรม	รายละเอียดเดิม	รายละเอียดที่ปรับปรุง
3. การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู	<i>การทดลองใช้กิจกรรม</i> 1. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนภาคสนาม โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถด้านการสอน จาก	<i>การทดลองใช้กิจกรรม</i> 1. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนภาคสนาม โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถด้านการสอน จาก
	ความสามารถ ด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอน	ความสามารถ ด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอน
	3. นักศึกษาครูปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเองในหัวข้อต่อไปโดยอาศัยผลจากการอภิปรายและข้อเสนอแนะของกลุ่ม	3. นักศึกษาครูปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเองในหัวข้อต่อไปโดยอาศัยผลจากการอภิปรายและข้อเสนอแนะของกลุ่ม
	4. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน	4. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน * 5. นักศึกษาครูทบทวนและสอนซ่อมเสริมให้นักเรียน

หมายเหตุ ข้อ * 5. คือส่วนที่เพิ่มเข้าไป

จากผลการทดลองสอนสรุปกระบวนการในตัวแบบดังภาพประกอบ 25 นำมาพัฒนาตัวแบบขั้นสุดท้ายได้ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู และตัวแบบฉบับสมบูรณ์มีรายละเอียดขั้นตอนต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 26 (รายละเอียดอธิบายตัวแบบดูในภาคผนวก ข)



ภาพประกอบ 25 กระบวนการของตัวแบบฉบับสมบูรณ์

การเตรียมข้อมูลของผู้สอน	ผู้สอนเตรียมข้อมูลดังต่อไปนี้ 1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต 2. สำรวจภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของครู นักศึกษา และนักเรียน รวบรวมภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 3. เตรียมเอกสารช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครูเพื่อเป็นแหล่งค้นคว้าในการเตรียมนักศึกษาครู	
การเตรียมนักศึกษาครู	ส่วนที่ 1 นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน	1. กิจกรรมสำรวจความสามารถด้านวิชาการของนักศึกษาครูก่อนเรียน ได้แก่ ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2. กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน 2.1 นักศึกษาครูศึกษาภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลอื่นที่ตรวจพบ 2.2 นักศึกษาครูได้รับการแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหา 2.3 นักศึกษาครูสำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 2.4 นักศึกษาครูรวบรวมผลการสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 2.5 นักศึกษาครูสรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย
	ส่วนที่ 2 ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู	แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตจากการสอนของ โทมัส ไทลด์และหลัสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากหนังสือเรียนและคู่มือครู ในรายวิชาที่มีเนื้อหาเรขาคณิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) 2. ผู้สอนให้ความรู้และแนะอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ นวน อธิ และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต
	ส่วนที่ 3 นักศึกษาครูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข	1. กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข มีกิจกรรมย่อยดังนี้คือ 1.1 ให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและพิสูจน์ทางเรขาคณิต 1.2 นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ 1.3 นักศึกษาครูร่วมกันอภิปราย เสนอแนวทางการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 2. กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู มีดังนี้คือ 2.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วัดด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน และการนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู ส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตหลังเรียนของนักศึกษาครูด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน 3. กิจกรรมซ่อมเสริมเพื่อทำให้นักศึกษาครูในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูให้หมดไป 4. กิจกรรมเสริมความรู้ทางด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ให้นักศึกษาครู จนกระทั่งนักศึกษาครูทุกคนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80
	ส่วนที่ 4 นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้	1. ผู้สอนนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนและการเขียนแผนการสอน และมอบหมายให้นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการสอนกลุ่มละ 1 แผน 2. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและแผนการสอนในเนื้อหาที่ใช้ทดลองสอนภาคสนามแล้ว นำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนตามคำแนะนำ 3. ผู้สอนตรวจกิจกรรมและแผนการสอนและให้คำแนะนำ นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 1-3 คน
การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู	นักศึกษาครูทดลองใช้กิจกรรม	1. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนภาคสนาม โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถด้านการสอน จาก ความสามารถด้านการเรียนการสอนและการดำเนินการสอน 3. นักศึกษาครูปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเองในหัวข้อต่อไปโดยอาศัยผลการอภิปรายและข้อเสนอแนะของกลุ่ม 4. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน 5. นักศึกษาครูพบทวนและสอนซ่อมเสริมให้นักเรียน
	นักศึกษาครูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน	1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 2. นักศึกษาครูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นไปใช้สอนนักเรียน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมและแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง

ภาพประกอบ 26 ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู (ฉบับสมบูรณ์)

2. ผลการเตรียมและพัฒนาเครื่องมือที่เป็นตัวจัดกระทำ

เอกสารในการเตรียมความพร้อมของนักศึกษาครูในการสอนเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ภาพลักษณ์เมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ตัวแบบของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ และแนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต และรู้จักภาพลักษณ์เมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของ ครู นักเรียน และ นักศึกษาครู ก่อนออกทดลองสอนภาคสนาม

ผู้วิจัยได้เตรียมเอกสารประกอบการสอนเรื่องตรวจสอบเครื่องมือที่เป็นตัวจัดกระทำโดยตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ ได้ผลดังนี้

2.1 เอกสารความรู้พื้นฐานสำหรับนักศึกษาครู

เอกสารชุดนี้ประกอบด้วยหัวข้อ ตัวแบบของแวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต ภาพลักษณ์เมโนทัศน์ทางเรขาคณิต และ การสอนเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดของ คราวเลย์ (Crowley. 1987 : 1-15) เอิร์ชโควิทซ์ บรุคไฮเมอร์ และวินเนอร์ (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 222-235) คูเนีย เดวิส และ เฮ็นเดอร์สัน (Cooney, Davis & Henderson. 1983 : 85-108 ; 203-206) ตามลำดับ เพื่อใช้ประกอบคำบรรยาย และให้นักศึกษาครูทำกิจกรรม

เอกสารชุดนี้ผ่านการตรวจของกรรมการควบคุมปริญญาพันธ์แล้ว

2.2 เอกสารเกี่ยวกับวิธีการเขียนแผนการสอน

เอกสารชุดนี้ใช้ประกอบคำบรรยายและให้นักศึกษาครูฝึกปฏิบัติการเขียนการสอน ใช้แนวคิดของ บัญญัติ ชำนาญกิจ (2540 : 51-73 ; 289-292) สุนทร บำเรอราช (2540 : 23-61) จำเียร ศิลปวานิช (2538 : 39-54) วิชัย ดิสสระ (2535 : 102-112) สุพิน บุญชูวงศ์ (2534 : 126-151) สัจด์ อุทรานันท์ (2528 : 208-221) สงบ ลักษณะ (2524 : 1-44)

2.3 ผลการสำรวจภาพลักษณ์เมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของครู นักเรียน และ นักศึกษาครู

เอกสารฉบับนี้ผู้วิจัยได้สำรวจและสรุปภาพลักษณ์เมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพื่อให้นักศึกษาครูได้ศึกษาและวินิจฉัยภาพลักษณ์เมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (แสดงในภาคผนวก ฉ)

2.4 ชุดการสอนเนื้อหาเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เอกสารชุดนี้ใช้ชุดการสอนของ โกมล ไพศาล (2540) เพื่อให้นักศึกษาครูศึกษาด้านเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยตนเอง

เครื่องมือชุดนี้ โกมล ไพศาล ได้เคยนำไปทดลองใช้แล้วและพบว่าชุดการสอนเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 โดยมีค่า E_1 ที่เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวม เท่ากับร้อยละ 80.38 และ E_2 ที่เป็นค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เฉพาะจุดประสงค์มีค่าอยู่ในช่วง 75.00 ถึง 93.50

2.5 หนังสือเรียนและคู่มือครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เอกสารชุดนี้จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเอกสารประกอบการบรรยายหัวข้อ เรขาคณิต ของ สมพล เล็กสกุล และชูลีพร สุภธีระ (2538 : 1-20) เพื่อให้ นักศึกษาครูศึกษาเรื่องหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยตนเอง

3. ผลการวิเคราะห์เครื่องมือในการวัดและประเมินผล

เพื่อการตรวจสอบประสิทธิภาพของตัวแบบ จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่มีคุณภาพ จึงได้วิเคราะห์แบบทดสอบดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 รายการเครื่องมือในการวัดและประเมินผล

เครื่องมือในการวัดและประเมินผล แบ่งออกเป็น 3 ชุด รวม 7 ฉบับ ดังนี้

3.1.1 ชุดที่ 1 แบบทดสอบความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการของนักศึกษาครู

ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ฉบับ คือ

3.1.1.1 แบบทดสอบภาพลักษณะโมโนทัศน์ทางเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ 1 ฉบับ มีเนื้อหาเกี่ยวกับ ลักษณะและความสัมพันธ์ แบบ ด้าน-มุม-ด้าน ด้าน-ด้าน-ด้าน มุม-มุม-ด้าน ฉาก-ด้าน-ด้าน ความเท่ากันของรูปสามเหลี่ยม พื้นที่รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม ความสูงของรูปสี่เหลี่ยม อัตราส่วนของพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมสองรูป และการเปลี่ยนหน่วยของพื้นที่ ดัดแปลงจากแบบทดสอบในต่างประเทศของ มุสเซอร์ และเบอร์เกอร์ (Musser & Burger. 1994 : 703-710) ซอนนาเบนด์ (Sonnabend. 1993 : 570-582) กุสตาฟสัน และ ฟริสค์ (Gustafson & Frisk. 1991 : 47- 81) เทรเวอร์ส ดาลตัน และ เลตัน (Travers, Dalton & Layton. 1987 : 94-144 ; 278-292) เจอร์เกนสัน บราวน์ และ เจอร์เกนสัน (Jurgenson, Brown & Jurgenson. 1985 : 105-135 ; 158-178) เวลส์ ดาลตัน และ บรุนเนอร์ (Wells, Dalton & Brunner. 1984 : 94-122 ; 286-298) สมิธ (1940 ? : 109-117) และพัฒนาเองบางส่วน

3.1.1.2 แบบทดสอบความรู้ทางเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบของ โกมล ไพศาล (2540)

3.1.1.3 แบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ และพื้นที่ 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในส่วนที่เป็นแบบทดสอบปรนัย ส่วนแบบทดสอบอัตนัยใช้แบบทดสอบที่พัฒนาโดยยูซิสกิน (Usiskin. 1982 :172-177)

3.1.2 ชุดที่ 2 แบบทดสอบความสามารถทางวิชาชีพของนักศึกษาครู เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ฉบับ คือ

3.1.2.1 แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.1.2.2 แบบประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอน

3.1.2.3 แบบประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน

3.1.3 ชุดที่ 3 แบบทดสอบภาพลักษณะโมโนทัศน์ทางเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน มีเนื้อหาเกี่ยวกับ ลักษณะและความสัมพันธ์ แบบ ด้าน-มุม-ด้าน ด้าน-ด้าน-ด้าน ความเท่ากันของรูปสามเหลี่ยม พื้นที่รูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม ความสูงของรูปสี่เหลี่ยม และ อัตราส่วนของพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมสองรูป ดัดแปลงจากแบบทดสอบต่างประเทศของ มุสเซอร์และเบอร์เกอร์ (Musser & Burger. 1994 : 703-710) ซอนนาเบนด์ (Sonnabend. 1993 : 577-582) กุสตาฟสัน และ ฟริสค์ (Gustafson & Frisk. 1991 : 47- 81) เทรเวอร์ส ดาลตัน และ เลตัน (Travers, Dalton & Layton. 1987 : 94-144 ; 278-292) เจอร์เกนสัน บราวน์และเจอร์เกนสัน (Jurgenson, Brown & Jurgenson. 1985 : 105-135 ; 158-178) เวลส์ ดาลตัน และ บรุนเนอร์ (Wells, Dalton & Brunner. 1984 : 94-122 ; 286-298) สมิธ (1940 ? : 109-117) และผู้วิจัยพัฒนาเองบางส่วน

3.2 คุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ได้ผลดังต่อไปนี้

3.2.1 แบบทดสอบความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการของนักศึกษาครู

แบบทดสอบชุดนี้มี 3 ฉบับ มีรายละเอียดคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

3.2.1.1 คุณภาพของแบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่

แบบทดสอบฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้วินิจฉัยภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครู จากการนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาครูโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 2-3 ปีการศึกษา 2542 สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร และสถาบันราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 70 คน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.09 – 0.61 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.50 – 0.91 ซึ่งอยู่ในระดับตั้งแต่น้อยถึงระดับปานกลาง ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย คือเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย ค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0 สรุปได้ว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีลักษณะเหมาะสมในการใช้วินิจฉัยภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครู เมื่อนำไปใช้ประกอบการสัมภาษณ์จะทำให้ผลการวินิจฉัยมีความน่าเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้น (ผลการหาคุณภาพแสดงในภาคผนวก ง)

3.2.1.2 คุณภาพของแบบทดสอบความรู้ทางเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความรู้เนื้อหาเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พัฒนาโดย โกมล ไพศาล มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 ความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.63 วัดเนื้อหาเรขาคณิต 4 หัวข้อ คือ รากฐานเรขาคณิต ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตระบบยุคลิด วงกลมและการสร้าง

3.2.1.3 คุณภาพของแบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่

จากการนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาครูโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 และ 3 ปีการศึกษา 2543 สถาบันราชภัฏนครสวรรค์และสถาบันราชภัฏกำแพงเพชร จำนวน 76 คน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.87 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.12 – 0.86 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.86 ซึ่งอยู่ในระดับตั้งแต่ระดับค่อนข้างง่ายถึงระดับค่อนข้างยาก (ผลการหาคุณภาพแสดงในภาคผนวก ง)

3.2.2 แบบทดสอบความสามารถทางวิชาชีพครูของนักศึกษาครู

แบบทดสอบชุดนี้มี 3 ฉบับ มีรายละเอียดคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

3.2.2.1 คุณภาพของแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

การหาคุณภาพของแบบทดสอบฉบับนี้ใช้วิธีตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรง 2 ครั้ง ผลการประเมินพบว่าทั้งสองครั้งผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าสามารถวัดความรู้ในด้านหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้

3.2.2.2 คุณภาพของแบบประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครู
การหาคุณภาพของแบบประเมินใช้วิธีตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบความเที่ยงตรง 2 ครั้ง ผลการประเมินพบว่าทั้งสองครั้งผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า
แบบประเมินนี้ใช้วัดความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครูได้

3.2.2.3 คุณภาพของแบบประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู
การหาคุณภาพของแบบประเมินใช้วิธีตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบความเที่ยงตรง 2 ครั้ง ผลการประเมินพบว่าทั้งสองครั้งผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า
แบบประเมินนี้ใช้วัดความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครูได้

3.2.3 แบบทดสอบภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน

แบบทดสอบฉบับนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อใช้วินิจฉัยภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่
คลาดเคลื่อนของนักเรียน จากการนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนจิระประวัตวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน
80 คน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.73 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.06 – 0.28 ซึ่งมีค่ามาก
กว่า 0 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.76 ซึ่งอยู่ในระดับตั้งแต่ค่อนข้างง่ายจนถึงระดับปานกลาง เหมาะ
สำหรับใช้ทดสอบภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (ผลการหาคุณภาพแสดงในภาคผนวก ง)

4. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตัวแบบ

จากการกำหนดเกณฑ์ที่ได้จากเกณฑ์การรอบรู้ของบลูม (Bloom, 1971 : 1-271) ในการหา
ประสิทธิภาพของตัวแบบสรุปได้ดังตาราง 7

ตาราง 7 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของตัวแบบ

ข้อ	รายการ	จำนวน	เกณฑ์
1	ภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่ คลาดเคลื่อน	80 % ของนักศึกษาครูที่ เคยมีภาพลักษณ์โมโนทัศน์ ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน	ไม่มีภาพลักษณ์ โมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่
2	ความสามารถในการแก้ปัญหาและ การพิสูจน์ทางเรขาคณิต	80 % ของนักศึกษาครูทั้งหมด	80 % ของคะแนนเต็ม
3	ความรู้ด้านเนื้อหาเรขาคณิตระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น	80 % ของนักศึกษาครูทั้งหมด	80 % ของคะแนนเต็ม
4	ความรู้ด้านหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิต ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	80 % ของนักศึกษาครูทั้งหมด	80 % ของคะแนนเต็ม
5	ความสามารถด้านการเตรียมการสอน	นักศึกษาครูทุกกลุ่ม	80 % ของคะแนนเต็ม
6	ความสามารถด้านการดำเนินการสอน	นักศึกษาครูทุกกลุ่ม	80 % ของคะแนนเต็ม
7	ผลของการใช้กิจกรรมและแผนการสอน ที่นักศึกษาครูออกแบบขึ้น	80 % ของนักเรียนที่เคยมี ภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทาง เรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน	ไม่มีภาพลักษณ์ โมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่

ในการทดลองสอนโดยใช้ตัวแบบที่ปรับปรุงแล้วกับนักศึกษาครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 23 คน เป็นเวลา 50 คาบ และให้นักศึกษาครูทั้ง 10 กลุ่ม ทดลองสอนภาคสนามในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดังรายละเอียดในตาราง 8

ตาราง 8 เนื้อหา กำหนดเวลา ในการดำเนินการทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครูแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่	เนื้อหา	กำหนดเวลา(คาบ)
1	ความเท่ากันทุกประการ และ พื้นที่	12
2	ความเท่ากันทุกประการ และ พื้นที่	12
3	ความเท่ากันทุกประการ และ พื้นที่	12
4	ความเท่ากันทุกประการ และ พื้นที่	12
5	ความเท่ากันทุกประการ และ พื้นที่	12
6	ความเท่ากันทุกประการ และ พื้นที่	12
7	ความเท่ากันทุกประการ และ พื้นที่	12
8	ความเท่ากันทุกประการ และ พื้นที่	12
9	ความเท่ากันทุกประการ และ พื้นที่	12
10	ความเท่ากันทุกประการ และ พื้นที่	12

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์และนำเสนอผลการทดลองตามสมมุติฐานที่ตั้งตามลำดับดังนี้

4.1 ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ของนักศึกษาครู

4.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิตในเรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ของนักศึกษาครู

4.3 ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครู

4.4 ความรู้ด้านหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครู

4.5 ความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครู

4.6 ความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู

4.7 ผลของการใช้กิจกรรมและแผนการสอน เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ที่นักศึกษาครูออกแบบขึ้น

4.8 สรุปผลการหาประสิทธิภาพของตัวแบบ

4.1 ผลการวิเคราะห์ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ของนักศึกษาครู

จากการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตก่อนเรียนของนักศึกษาครู พบว่า นักศึกษาครูทุกคนมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ โดยได้คะแนนจากการทดสอบสรุปได้ดังตาราง 9

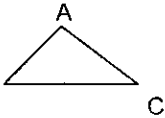
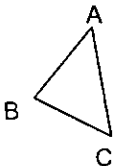
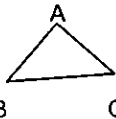
ตาราง 9 คะแนน ร้อยละของคะแนน และจำนวนนักศึกษาครู จากการทดสอบก่อนเรียน

ได้คะแนน (35)	ร้อยละของคะแนน	จำนวนนักศึกษาครู(23)
16	46	1
18	51	1
20	57	1
21	60	1
23	66	1
25	71	1
26	74	3
27	77	5
28	80	2
30	86	3
32	91	1
33	94	3

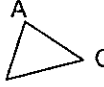
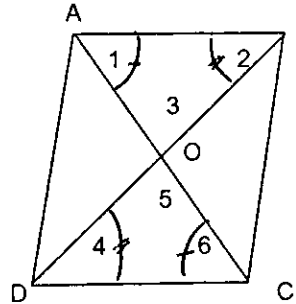
จากตาราง พบว่านักศึกษาครูทุกคนมีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนและนักศึกษาครูที่มีคะแนนจากการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตก่อนเรียนตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม มีจำนวน 9 คน จากจำนวนนักศึกษาครูทั้งหมด 23 คน

จากการทดสอบและสัมภาษณ์ประกอบสามารถสรุปตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูกลุ่มตัวอย่างได้ดังตาราง 10 และ ตาราง 11 (รายละเอียดผลการทดสอบแสดงในภาคผนวก ข)

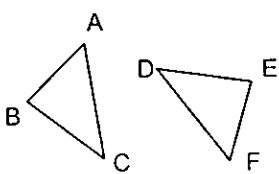
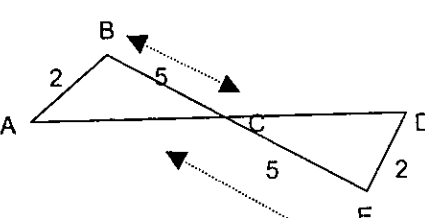
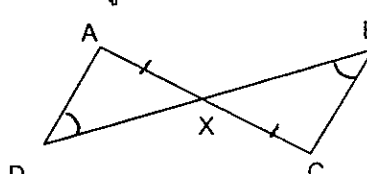
ตาราง 10 ตัวอย่างภาพลักษณะโมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเรื่องความเท่ากันทุกประการ
ของรูปสามเหลี่ยม ของนักศึกษาครูจากการทดสอบก่อนเรียน

เนื้อหา	ตัวอย่างภาพลักษณะโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนนักศึกษาครู ที่มีภาพลักษณะ โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
ความเท่ากัน ทุกประการของ รูปสามเหลี่ยม	ลักษณะแบบ ด้าน-มุม-ด้าน ที่ใช้อ้างในความเท่ากัน ทุกประการ นักศึกษาครูมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าลักษณะแบบ ด้าน-มุม-ด้านของรูปสามเหลี่ยม คือ ลักษณะที่บอกด้าน สองด้านและมุมหนึ่งมุม ตัวอย่างเช่น  $\overline{BC}, \hat{B}, \overline{AC}$ เป็นลักษณะ แบบ ด้าน-มุม-ด้าน โดยไม่เข้าใจว่ามุมหนึ่งมุมดังกล่าวจะต้องอยู่ระหว่าง ด้านสองด้าน	3
	ลักษณะแบบ มุม-ด้าน-มุม ที่ใช้อ้างในความเท่ากัน ทุกประการ นักศึกษาครูมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าลักษณะแบบ มุม-ด้าน-มุม ของรูปสามเหลี่ยม คือ ลักษณะที่บอกมุม สองมุมและด้านหนึ่งด้าน ตัวอย่างเช่น  $\hat{B}, \overline{AC}, \hat{A}$ เป็นลักษณะแบบ มุม-ด้าน-มุม โดยไม่เข้าใจว่าด้านหนึ่งด้านดังกล่าวจะต้องอยู่ระหว่าง มุมสองมุม	6
	ลักษณะแบบ ฉาก-ด้าน-ด้าน ที่ใช้อ้างในความเท่ากัน ทุกประการ นักศึกษาครูมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าลักษณะแบบ ฉาก-ด้าน-ด้าน ของรูปสามเหลี่ยม คือ ลักษณะที่บอกมุม ฉากหนึ่งมุม และด้านสองด้านตัวอย่างเช่น  $\hat{A}, \overline{AB}, \overline{AC}$ เป็นลักษณะแบบ ฉาก-ด้าน-ด้าน โดยไม่สนใจว่ามุมฉากและด้านสองด้านดังกล่าวจะมี ความสัมพันธ์กันอย่างไร	8

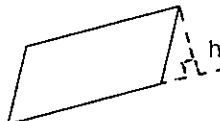
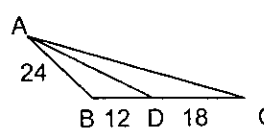
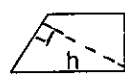
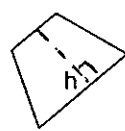
ตาราง 10 (ต่อ)

เนื้อหา	ตัวอย่างภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนนักศึกษาครูที่มีภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
ความเท่ากัน ทุกประการของ รูปสามเหลี่ยม	ลักษณะแบบ มุม-มุม-ด้าน ที่ใช้อ้างในความเท่ากัน ทุกประการ นักศึกษาครูมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าลักษณะแบบ มุม-มุม-ด้าน ของรูปสามเหลี่ยม คือ ลักษณะที่บอกมุม สองมุม และด้านหนึ่งด้าน และคิดว่า มุม-ด้าน-มุม กับ มุม- มุม - ด้าน เหมือนกัน ตัวอย่างเช่น  $\hat{A}, \hat{B}, \overline{AB}$ เป็นลักษณะแบบ มุม-มุม-ด้าน	6
	ความสัมพันธ์แบบ มุม-มุม-ด้าน ที่ใช้อ้างในความเท่ากัน ทุกประการ นักศึกษาครูมีความสับสนเกี่ยวกับความสัมพันธ์แบบ มุม-มุม-ด้าน ของรูปสามเหลี่ยมสองรูปโดยส่งผลมาจากการ เข้าใจลักษณะแบบ มุม-มุม-ด้าน กับ มุม-ด้าน-มุม ของรูปสามเหลี่ยมหนึ่งรูปคลาดเคลื่อนมาก่อน เมื่อนำรูป สามเหลี่ยมสองรูปมาสัมพันธ์กันยังทำให้เกิดความสับสน ดังตัวอย่างกำหนดให้ $\hat{1} = \hat{6}, \hat{2} = \hat{4}$ $AB = DC$  คิดว่า $\triangle AOB \cong \triangle DOC$ จากความสัมพันธ์แบบ มุม-มุม-ด้าน	5

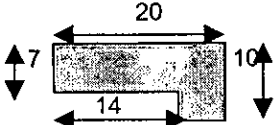
ตาราง 10 (ต่อ)

เนื้อหา	ตัวอย่างภาพลักษณะโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนนักศึกษาคูที่มีภาพลักษณะโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม	ความสัมพันธ์แบบ ด้าน-ด้าน-ด้าน ที่ใช้อ้างในความเท่ากันทุกประการ นักศึกษาคูมีความสับสนเกี่ยวกับลักษณะที่ตั้งของรูปสามเหลี่ยมทำให้มองไม่ออกว่ารูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์แบบ ด้าน-ด้าน-ด้าน ดังตัวอย่าง  จากรูปนักศึกษานอกไม่ได้ว่ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีความสัมพันธ์แบบ ด้าน-ด้าน-ด้าน	2
	นักศึกษาคูที่หักเหโดยดูจากรูปว่าเท่ากันทุกประการ โดยไม่ได้พิจารณาจากความสัมพันธ์ ดังตัวอย่าง 	9
	นักศึกษาคูบางคนไม่หาข้อมูลเพิ่มเติมหรือไม่สร้างรูปเพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติม ดังตัวอย่าง  จากรูปนี้นักศึกษาคูตอบว่า $\triangle ADX$ และ $\triangle CBX$ ไม่เท่ากันทุกประการโดยบอกเหตุผลว่าเพราะไม่มีความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการ (มีสิ่งกำหนดให้เพียงสองอย่าง)	5

ตาราง 11 ตัวอย่างภาพลักษณะนิทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พื้นที่ ของนักศึกษาคู
จากการทดสอบก่อนเรียน

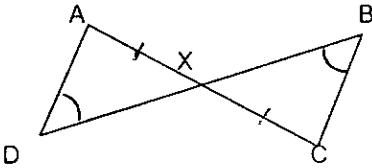
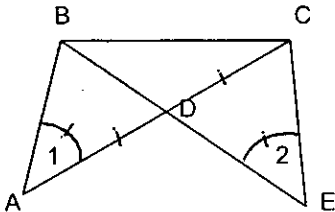
เนื้อหา	ตัวอย่างภาพลักษณะนิทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนนักศึกษาคู ที่มีภาพลักษณะ นิทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
พื้นที่	นักศึกษาคูมีภาพลักษณะนิทัศน์เกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วย โดยคิดว่า พื้นที่ 1 ตารางเมตร เท่ากับ 100 ตารางเซนติเมตร เพราะว่า 1 เมตร เท่ากับ 100 เซนติเมตร	18
	นักศึกษาคูมีความเข้าใจว่าความสูงของรูปสี่เหลี่ยมอยู่ภายในรูปเท่านั้น เมื่อเห็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีส่วนสูงอยู่นอกรูปจึงคิดว่าไม่ใช่ส่วนสูง ดังตัวอย่าง  คิดว่า h ไม่ใช่ส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยม	8
	นักศึกษาคูไม่สามารถหาอัตราส่วนของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีฐานร่วมกันและความสูงเท่ากันได้ ดังตัวอย่าง  นักศึกษาคูใช้วิธีหาพื้นที่ของสามเหลี่ยมสองรูปก่อนแล้วนำมาหารกัน แต่ไม่ทราบส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมจึงหาอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ของ $\triangle ABD$ และ $\triangle ADC$ ไม่ได้	7
	นักศึกษาคูบางคนไม่สามารถหาส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูเมื่อรูปไม่อยู่ในลักษณะตั้งขึ้นได้ ดังตัวอย่าง  คิดว่า h ไม่ใช่ส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู และเมื่อรูปสี่เหลี่ยมคางหมูไม่ได้มีด้านอยู่ในแนวตั้งขึ้นจะหาฐานของรูปไม่ได้ เป็นผลให้พิจารณาส่วนสูงไม่ได้ด้วย ดังตัวอย่าง นักศึกษาคูคิดว่า h ไม่ใช่ส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 	1 5

ตาราง 11 (ต่อ)

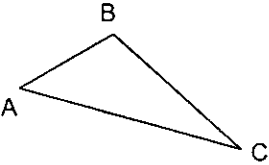
เนื้อหา	ตัวอย่างภาพลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนนักศึกษาคู ที่มีภาพลักษณ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
	นักศึกษาคูบางคนไม่เข้าใจความหมายของพื้นที่ คิดว่าพื้นที่หมายถึงจำนวนของรูปสี่เหลี่ยมที่มีอยู่ทั้งหมดในรูปสี่เหลี่ยมรูปใหญ่ ดังตัวอย่าง  คิดว่ารูปสี่เหลี่ยมนี้มีพื้นที่ ไม่เท่ากับ 6 ตารางหน่วย เพราะจำนวนรูปสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ มีมากกว่า 6 รูป	3
	บางคนไม่เข้าใจความหมายของพื้นที่	2
	นักศึกษาคูบางคนไม่สามารถหาพื้นที่ส่วนที่แรเงาได้ เพราะมองรูปไม่ออกว่ารูปนั้นประกอบด้วยรูปอะไรบ้างจะหาพื้นที่ต้องทำอะไร ดังรูป นักศึกษาคูหาพื้นที่ส่วนที่แรเงาไม่ได้ 	5
	นักศึกษาคูบางคนคิดว่าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากคือผลบวกของด้านกว้างกับด้านยาว บางคนคิดว่าพื้นที่คือเส้นรอบรูป ดังตัวอย่าง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ 	
	นักศึกษาคูคิดว่าพื้นที่เท่ากับ 8 ตารางนิ้ว นักศึกษาคูบางคนคิดว่า พื้นที่เท่ากับ 12 ตารางนิ้ว	1 1

เมื่อสิ้นสุดการทดลองสอนของผู้วิจัยก่อนที่นักศึกษาครูจะออกทดลองสอนภาคสนาม ได้ทำการทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาครู ผลจากการทดสอบหลังเรียนปรากฏดังตาราง 12 และ 13 ดังนี้

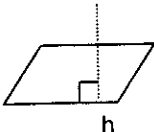
ตาราง 12 ตัวอย่างภาพลักษณะนิเทศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของรูปสามเหลี่ยมของนักศึกษาครู จากการทดสอบหลังเรียน

เนื้อหา	ตัวอย่างภาพลักษณะนิเทศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนนักศึกษาครูที่มีภาพลักษณะนิเทศน์ที่คลาดเคลื่อน
ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม	นักศึกษาครูยังมีความสับสนเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการโดยยังคิดว่าถ้ารูปสามเหลี่ยมมีความสัมพันธ์ไม่ตรงกับความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้าน มุม-ด้าน-มุม มุม-มุม-ด้าน ฉาก-ด้าน-ด้าน ด้าน-ด้าน-ด้าน เป็นรูปสามเหลี่ยมที่ไม่เท่ากันทุกประการ โดยไม่หาข้อมูลหรือสร้างรูปเพิ่มเติมแต่อย่างใด ดังตัวอย่างในข้อ 8  นักศึกษาครูคิดว่า $\triangle ADX$ และ $\triangle CBX$ ไม่เท่ากันทุกประการ	3
	นักศึกษาครูสับสนเมื่อรูปมีความซับซ้อน ทำให้มีความคลาดเคลื่อนในการพิจารณาเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการ จากรูปกำหนดให้ $AD = DC$, $\hat{1} = \hat{2}$ ข้อใดถูกต้อง  นักศึกษาครูคิดว่า $\triangle ABD$ และ $\triangle EDC$ เท่ากันทุกประการ โดยพิจารณาเพียงว่ามีขนาดของมุมเท่ากันสองคู่และด้านยาวเท่ากัน 1 คู่ จึงคิดว่าเป็นลักษณะแบบเดียวกันทั้งสองรูป	3

ตาราง 12 (ต่อ)

เนื้อหา	ตัวอย่างภาพลักษณ์โนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนนักศึกษาคู ที่มีภาพลักษณ์ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
ความเท่ากัน ทุกประการ ของ รูปสามเหลี่ยม	นักศึกษาคูคนหนึ่งยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะ แบบ ฉาก-ด้าน-ด้าน ดังรูป  โดยคิดว่า $\overline{AB}$, $\widehat{B}$, $\overline{BC}$ เป็นลักษณะแบบ ฉาก-ด้าน-ด้าน โดยนำไปสัมพันธ์กับทฤษฎีบทของพีทาโกรัส เมื่อถามอีกครั้ง นักศึกษาคูบอกว่าที่ตอบมาเป็นลักษณะแบบ ด้าน-มุม-ด้าน นักศึกษาคูจึงรู้ว่าตนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและนึกได้	1

ตาราง 13 ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเรื่อง พื้นที่ ของนักศึกษาคู
จากการทดสอบหลังเรียน

เนื้อหา	ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อน	จำนวนนักศึกษาคูที่มีภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อน
พื้นที่	นักศึกษาคูมีความเข้าใจว่าส่วนสูงคือเส้นที่ลากตั้งฉากกับฐาน จะลากมาจากที่ใดก็ได้ จึงคิดว่า h ในรูปนี้เป็นส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน 	1
	นักศึกษาคูไม่สามารถหาอัตราส่วนของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีฐานร่วมกันและความสูงเท่ากันได้ ดังตัวอย่าง  นักศึกษาคูใช้วิธีหาพื้นที่ของสามเหลี่ยมสองรูปก่อนแล้วนำมาหารกัน แต่ไม่ทราบส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมจึงหาอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ของ $\triangle ABD$ และ $\triangle ADC$ ไม่ได้	1

จำนวนนักศึกษาคูที่มีภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนสามารถสรุปได้ดังแสดง
ในตาราง 14

ตาราง 14 จำนวนนักศึกษาคูที่มีภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน

จำนวนนักศึกษาคู(คน)	จำนวนนักศึกษาคูที่มีภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน			
	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
23	23	100	4	17.39

จากตาราง 14 พบว่านักศึกษาคูที่มีภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนจากการทดสอบก่อนเรียนมีจำนวน 23 คน และจากการทดสอบหลังเรียนพบว่า นักศึกษาคูที่มีภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนมีจำนวน 4 คน จากจำนวนนักศึกษาคู 23 คน คิดเป็นร้อยละ 17.39 ของนักศึกษาคูที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียน แสดงว่าจำนวนนักศึกษาคูที่

ไม่มีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 82.61 ของนักศึกษาครูที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน

4.2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิตในเรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ของนักศึกษาครู

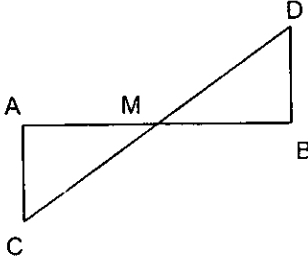
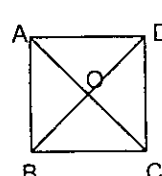
จากการทดสอบความสามารถของนักศึกษาครูในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นหลังจากสิ้นสุดการทดลองของผู้วิจัยและก่อนที่นักศึกษาครูจะออกทดลองสอนภาคสนาม ผลการทดสอบดังแสดงในตาราง 15 (รายละเอียดผลการทดสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ข)

ตาราง 15 จำนวนนักศึกษาครูและคะแนนคิดเป็นร้อยละจากการทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์

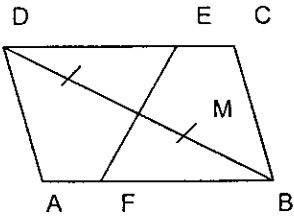
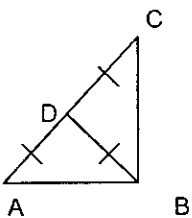
คะแนนที่ได้ (70)	ได้คะแนนร้อยละ	จำนวนนักศึกษา (คน)
54	77	1
55	79	1
56	80	4
57	81	2
58	83	1
59	84	3
60	86	1
61	87	3
63	90	1
64	91	3
65	93	3

จากตาราง 15 พบว่า นักศึกษาครูทั้งหมด 23 คน ได้คะแนนจากแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 54 –65 คะแนนจากคะแนนเต็ม 70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77-93 และจำนวนนักศึกษาครูที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป มีจำนวน 21 คนจากจำนวนทั้งหมด 23 คน คิดเป็นร้อยละ 91.30 ของจำนวนนักศึกษาครูทั้งหมด แสดงว่า นักศึกษาครูร้อยละ 80 ขึ้นไปมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิตตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป นอกจากนี้ยังพบว่าในการพิสูจน์ทางเรขาคณิตซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัยซึ่งมีจำนวน 6 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 38 – 43 มีนักศึกษาครูบางคนไม่สามารถแยกสิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องพิสูจน์ออกจากกันได้ บางคนพิสูจน์โดยใช้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้พิสูจน์ บางคนใช้ข้อมูลเฉพาะที่โจทย์กำหนดให้เท่านั้นไม่สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้ สำหรับข้อที่รูปสามเหลี่ยมมีความซับซ้อนจะทำให้ให้นักศึกษาครูมีความสับสนและพิสูจน์ผิดพลาด นักศึกษาครูบางคนก็หักทักจากรูปที่มองเห็น ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูเกี่ยวกับการพิสูจน์ สรุปได้ดังตาราง 16

ตาราง 16 ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตศัพท์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูจากการทดสอบ
การพิสูจน์ทางเรขาคณิตด้วยแบบทดสอบอัตนัย

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณ์โน้ตศัพท์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวน นักศึกษาครู
40	จงแสดงการพิสูจน์ลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้  กำหนดให้ : M เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{AB}$ และ จุดกึ่งกลางของ $\overline{CD}$ สิ่งที่ต้องพิสูจน์ $\triangle ACM \cong \triangle BDM$	ในการพิสูจน์ข้อนี้ มีนักศึกษาครูบางคน มีภาพลักษณ์โน้ตศัพท์ที่คลาดเคลื่อน คือดูจากรูปแล้วก็หักทักว่า $\hat{A} = \hat{B} = 1\text{๒}$ $\hat{C} = \hat{D}$ และ $AC = BD$ จึงได้ว่า $\triangle ACM \cong \triangle BDM$ (ส่วนที่สมนัยกัน เท่ากัน)	1
41	จงแสดงการพิสูจน์ทฤษฎีบทต่อไปนี้ โดยการ เติมข้อความในช่องว่างที่เว้นไว้ ทฤษฎีบท : เส้นทแยงมุมรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาว เท่ากันทุกประการ กำหนดให้ : _____ สิ่งที่ต้องพิสูจน์ : _____ 	นักศึกษาครูบางคนมองรูปไม่ออก พยายามจะหารูปสามเหลี่ยมที่เท่ากัน ทุกประการเพื่อพิสูจน์ว่า $AC = DB$ แต่หาไม่ได้ นักศึกษาครูบางคนพิสูจน์ว่า $\triangle ABC \cong \triangle ADC$ แล้วสรุปว่า $AC = BD$ นักศึกษาครูบางคนก็หักทักว่า $\triangle ADO \cong \triangle CBO$ ได้ $AO = BO$ $\triangle ABO \cong \triangle CDO$ ได้ $CO = DO$ ดังนั้น $AC = BD$	1 1 2

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน	จำนวน นักศึกษาครู
42	จงแสดงการพิสูจน์ในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ กำหนดให้ : $AB=DC$ และ $AD=BC$ M เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{DB}$ และอยู่บน F จะต้องพิสูจน์ว่า $FM=ME$ 	นักศึกษาครูบางคนใช้ความรู้เรื่องมุมแย้ง แต่เมื่อสอบถามว่า ทำไมจึงคิดว่า AB และ DC ขนานกัน นักศึกษาครูให้เหตุผลว่าดูจากรูป โดยไม่ได้นำความรู้เรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ว่า รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน 2 คู่ เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมาใช้	1
		นักศึกษาครูบางคนพิสูจน์ว่า $\triangle EDM \cong \triangle FBM$ $(\angle MDE = \angle MBF, DM=BM, \angle MED = \angle MFB \text{ ม.ด.ม.})$ ซึ่งเป็นความสับสนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ม.ด.ม. และ ม.ม.ด.	2
43	จงแสดงการพิสูจน์ทฤษฎีบทในช่องว่างที่ กำหนดให้ กำหนดให้ : B เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{AC}$ และ $AB=BD$ จงพิสูจน์ว่า $\angle CDA$ 	นักศึกษาครูบางคนไม่รู้ว่าจะพิสูจน์อย่างไร มองไม่เห็นแนวทางในการพิสูจน์	1
		นักศึกษาครูบางคนนำความรู้เรื่องรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมาใช้ โดยพิสูจน์ได้ว่า $\angle DAB = \angle DBA$ และ $\angle DBC = \angle DCB$ แต่พิสูจน์ไม่เสร็จ เพราะไม่รู้ว่าจะทำอย่างไรต่อไป	2

ส่วนที่เป็นข้อสอบปรนัยนั้น นักศึกษาบางคนมีความสับสนเพราะไม่คิดและไม่เขียนลำดับขั้นตอนการพิสูจน์ด้วยตนเองเสียก่อนแต่ใช้วิธีตรวจสอบคำตอบที่กำหนดให้ ทำให้เสียเวลาและหาคำตอบได้ไม่ถูกต้องจากการสอบถามนักศึกษาครุคิดว่าการเขียนการพิสูจน์ด้วยตนเองง่ายกว่าการเลือกคำตอบที่กำหนดให้ สำหรับในส่วนที่เป็นการแก้ปัญหาหน้านักศึกษาบางคนไม่ค่อยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาในลักษณะนี้ ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้หรือแก้ได้ไม่ถูกต้อง เมื่อนำคะแนนจากการทดสอบทั้งสองส่วนมารวมกัน จะพบว่า มีนักศึกษาครู 21 คน ที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

4.3 ผลของการวัดความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครู

จากการทดสอบวัดความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหลังจากนักศึกษาครูศึกษาชุดการสอนของโกลม ไพศาล ด้วยตนเอง ด้วยแบบทดสอบฉบับรวมที่พัฒนาโดยโกลม ไพศาล สามารถสรุปผลการทดสอบดังตาราง 17

ตาราง 17 จำนวนนักศึกษาครูที่สอบผ่านเกณฑ์จากการทดสอบความรู้เรขาคณิต ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จำนวนนักศึกษาครู(คน)	จำนวนนักศึกษาครูที่สอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป			
	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
23	0	0	23	100

จากตาราง 17 พบว่า จากการทดสอบก่อนเรียน นักศึกษาครูทั้งหมด 23 คนมีความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม และจากการทดสอบหลังเรียนพบว่า นักศึกษาครูทุกคนมีความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม และนักศึกษาครูที่สอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 85 ขึ้นไปมีเพียง 4 คนเท่านั้น อีก 19 คน ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80-84

4.4 ผลการวิเคราะห์ความสามารถทางวิชาชีพครู

ความสามารถทางวิชาชีพครู หมายถึงการมีความรู้ในเรื่องหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การมีความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอน ผลจากการทดสอบมีดังนี้คือ

4.4.1 ความรู้ในเรื่องหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยมอบหมายให้นักศึกษาครูศึกษาเรื่อง หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยตนเอง จาก หนังสือเรียนและคู่มือครูซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามหลักสูตร คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และ เอกสารประกอบการอบรมเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของ สมพล เล็กสกุล และ ชูลีพร ศุภธีระ (2538) ก่อนที่นักศึกษาครูจะออกทดลองสอนภาคสนามได้ทดสอบความรู้หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ สามารถสรุปคะแนน คำร้อยละ และจำนวนนักศึกษาครูดังตาราง 18 (ผลการทดสอบแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข)

ตาราง 18 จำนวนนักศึกษาครู คะแนนและร้อยละของคะแนนเต็ม จากการทดสอบความรู้เรื่องหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

คะแนน (35)	คิดเป็นร้อยละ	จำนวนนักศึกษา (คน)
26	74	2
28	80	10
29	83	10
30	86	1

จากตาราง 18 พบว่า นักศึกษาครูที่สอบได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปมีจำนวน 21 คน จากจำนวนนักศึกษาครูทั้งหมด 23 คน คิดเป็นร้อยละ 91.30 ของจำนวนนักศึกษาครูทั้งหมด

4.4.2 การมีความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอน

เมื่อนักศึกษาครูแต่ละกลุ่มออกทดลองสอนภาคสนามได้มีการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนโดยคณะประเมิน ซึ่งคณะประเมินประกอบด้วย ผู้วิจัย อาจารย์นิเทศสถาบันราชภัฏนครสวรรค์ และอาจารย์พี่เลี้ยงในโรงเรียนนั้น รวม 3 คนทำหน้าที่ประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู 1 กลุ่ม (รายชื่อคณะประเมินแสดงใน ภาคผนวก ก) โดยคิดค่าคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นเป็นรายข้อเพื่อหาค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น และตรวจสอบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องกันหรือมีความคิดเห็นใกล้เคียงกันหรือไม่ ต่อจากนั้นนำคะแนนความคิดเห็นของผู้ประเมินทั้งสามคนมาหาค่าเฉลี่ยรวมได้เป็นคะแนนความสามารถด้านการเตรียมการสอนและด้านการดำเนินการสอนของแต่ละกลุ่ม ผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนสามารถสรุปได้ดังตาราง 19 และความสามารถด้านการดำเนินการสอนสามารถสรุปได้ดังตาราง 20 (ผลการทดสอบแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข)

ตาราง 19 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอน รวมทุกกลุ่ม

ข้อ	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		กลุ่มที่ 3		กลุ่มที่ 4		กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6		กลุ่มที่ 7		กลุ่มที่ 8		กลุ่มที่ 9		กลุ่มที่ 10	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1	4.00	0	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.00	0
2	3.67	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.67	0.58	4.00	0
3	3.67	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.00	0	4.33	0.58	3.67	0.58
4	3.67	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.33	0.58	3.67	0.58
5	4.00	0	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.67	0.58	4.33	0.58	4.00	1.00	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0
6	4.00	0	4.33	0.58	4.00	0	4.00	0	4.00	1.00	4.33	0.58	3.67	0.58	3.67	0.58	4.00	1.00	3.67	0.58
7	4.33	0.58	3.67	0.58	4.00	0	3.67	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.00	0	3.67	0.58	3.67	0.58
8	4.00	0	4.00	0	4.00	1.00	3.67	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	4.00	1.00	4.00	0	4.00	0	4.00	0
9	4.00	0	4.00	0	4.00	1.00	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.33	0.58
10	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	1.00	3.67	0.58	4.33	0.58	4.00	1.00	4.00	0	4.67	0.58	4.33	0.58
11	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0	3.67	0.58	3.33	0.58	4.00	1.00	3.67	0.58	4.00	0	3.67	0.58	3.67	0.58
12	4.00	0	4.00	0	4.33	0.58	4.00	1.00	4.00	0	3.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	1.00	4.67	0.58
13	4.00	1.00	3.67	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	4.00	0	3.67	0.58	3.67	0.58	4.00	0	3.67	0.58	4.33	0.58
รวม	4.00	0.31	4.15	0.41	4.21	0.16	4.00	0.20	4.03	0.18	4.10	0.12	4.05	0.16	4.05	0.04	4.15	0.15	4.00	0.13

จากตาราง 19 พบว่า ทุกรายการมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็นของคณะประเมิน ที่มีต่อความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครูทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยทุกข้อตั้งแต่ 3.67 ขึ้นไป ยกเว้นกลุ่มที่ 6 และ 7 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นตั้งแต่ 3.33 ขึ้นไปและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็นของทุกข้อของทุกกลุ่มไม่เกิน 1 แสดงว่าผู้ช่วยชาวนมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน เมื่อนำคะแนนความคิดเห็นของผู้ประเมินทั้งสามคนมารวมเป็นคะแนนความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครูทั้ง 10 กลุ่ม ได้ค่าเฉลี่ยรวมและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็นของผู้ประเมินที่มีต่อความสามารถด้านการเตรียมการสอนมาหาค่าเฉลี่ยรวมของความคิดเห็นของผู้ประเมินที่มีต่อความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครูกลุ่มที่ 1-10 คิดเป็นร้อยละ 80.00, 83.00, 84.20, 80.00, 80.60, 80.20, 80.10, 80.10, 83.00, 80.00 ตามลำดับและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของผู้ประเมินมีค่า 0.00-0.31 ซึ่งไม่เกิน 0.50

สรุปได้ว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกันหรือใกล้เคียงกันมาก นั่นคือ นักศึกษาครูแต่ละกลุ่มมีความสามารถด้านการเตรียมการสอนตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

ตาราง 20 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน รวมทุกกลุ่ม

ข้อ	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		กลุ่มที่ 3		กลุ่มที่ 4		กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6		กลุ่มที่ 7		กลุ่มที่ 8		กลุ่มที่ 9		กลุ่มที่ 10	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1	4.33	0.58	4.00	1	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	1.00	4.33	0.58	4.33	1.15	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58
2	4.33	0.58	4.00	1	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	1.00	4.33	0.58	4.33	1.15	4.33	0.58	4.00	1.00	4.00	1.00
3	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	1.15	4.00	1.00	4.33	0.58	4.33	0.58
4	4.00	1.00	4.00	0	4.67	0.58	4.00	1.00	4.33	0.58	4.00	0	4.00	0	4.00	1.00	4.33	0.58	4.00	0
5	3.67	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	0	4.00	0	4.00	1.00	4.67	0.58	4.00	0
6	3.67	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.00	0	4.00	0	4.00	1.00	4.67	0.58	4.00	0
7	3.67	0.58	4.00	0	3.67	0.58	4.00	0	3.67	0.58	3.33	0.58	3.67	0.58	4.00	0	4.67	0.58	4.00	0
8	4.00	0	3.33	0.58	4.00	0	4.00	0	3.33	0.58	3.67	0.58	3.67	0.58	4.33	0.58	4.00	1.00	4.00	0
9	4.33	0.58	4.00	0	4.00	0	3.67	0.58	4.00	1.00	4.33	0.58	3.67	0.58	4.00	0	3.67	0.58	3.67	0.58
10	4.33	0.58	4.00	0	4.67	0.58	4.00	0	3.67	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.00	0	4.00	1.00	4.00	0
11	4.00	0	3.67	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	3.67	0.58	4.00	1.00	4.00	0
12	4.00	0	4.00	0	4.33	0.58	3.67	0.58	4.00	0	4.00	1.00	4.00	1.00	4.33	0.58	4.00	0	4.33	0.58
13	3.33	0.58	4.00	0	4.33	0.58	3.67	0.58	3.67	1.15	4.33	0.58	4.00	1.00	3.67	0.58	3.67	0.58	4.00	0
14	3.67	0.58	4.00	0	4.67	0.58	3.67	0.58	4.00	1.00	4.33	0.58	3.67	1.15	4.33	0.58	3.67	0.58	4.33	0.58
15	4.00	0	3.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	4.00	0	3.67	1.15	4.00	1.00	3.33	0.58	3.67	0.58
16	4.00	0	3.33	0.58	4.00	0	4.00	1.00	3.67	0.58	3.67	0.58	3.67	1.15	4.00	1.00	4.33	0.58	4.00	0
17	3.67	0.58	3.33	0.58	4.00	0	4.00	1.00	3.67	0.58	3.67	0.58	4.00	1.00	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58
18	3.67	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.00	1.00	3.33	0.58	3.67	0.58	4.00	1.00	4.33	0.58	4.00	1.00	4.33	0.58
19	4.00	0	4.33	0.58	3.67	0.58	4.00	1.00	4.00	1.00	3.67	0.58	4.33	0.58	4.00	1.00	3.67	0.58	4.00	1.00
20	4.00	0	4.33	0.58	4.67	0.58	4.33	0.58	4.33	1.15	4.00	0	4.33	0.58	4.00	1.00	3.67	0.58	4.33	0.58
21	4.00	0	4.33	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.33	1.15	4.00	0	4.33	0.58	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	0
22	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.00	0	4.67	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.00	1.00	4.00	1.00	4.33	0.58
23	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.67	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.00	0
24	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.00	0	4.00	1.00	3.67	0.58	4.33	0.58	4.00	1.00	3.67	0.58	4.00	0
25	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.00	0	4.33	0.58	4.33	0.58	4.00	0	4.00	0
รวม	4.01	0.36	4.00	0.04	4.23	0.06	4.01	0.06	4.01	0.02	4.00	0.04	4.03	0.13	4.09	0.09	4.04	0.08	4.08	0.07

จากตาราง 20 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้ประเมินต่อความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครูทุกกลุ่มมีค่าตั้งแต่ 3.67 หรือร้อยละ 73.4 ยกเว้นกลุ่มที่ 5 และ 6 มีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นตั้งแต่ 3.33 หรือร้อยละ 66.6 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็นทุกข้อของทุกกลุ่มไม่เกิน 1 ยกเว้น กลุ่มที่ 5 และ 7 แสดงว่า ผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกันหรือใกล้เคียงกัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นที่มีต่อ กลุ่มที่ 5 ในข้อ 20 และ 21 และกลุ่มที่ 7 ในข้อ 1, 2, 3, 14, 15, 16 เท่ากับ 1.15 แสดงว่า ผู้ประเมินมีความคิดเห็นแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในสองกลุ่มนี้ เมื่อนำคะแนนความคิดเห็นของผู้ประเมินทั้งสามคนมารวมเป็นคะแนนความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครูทุกกลุ่ม ได้ค่าเฉลี่ยรวมและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็นของผู้ประเมินที่มีต่อ

ความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครูกลุ่มที่ 1-10 เท่ากับ 4.01, 4.00, 4.23, 4.01, 4.01, 4.00, 4.03, 4.09, 4.04, 4.08, และ 0.36, 0.04, 0.06, 0.06, 0.02, 0.04, 0.13, 0.09, 0.08, 0.07 ตามลำดับ นั่นคือค่าเฉลี่ยรวมของความคิดเห็นของผู้ประเมินที่มีต่อความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครูกลุ่มที่ 1-10 คิดเป็นร้อยละ 80.20, 80.00, 84.60, 80.20, 80.20, 80.00, 80.60, 81.80, 80.80, 81.60 ตามลำดับและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของผู้ประเมินมีค่า 0.02 - 0.09 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 เพียงเล็กน้อย ยกเว้นกลุ่มที่ 1 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.36 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 0.50 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นใกล้เคียงกันมากสำหรับความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครูกลุ่มที่ 2-10 และมีความคิดเห็นใกล้เคียงกันค่อนข้างมากสำหรับความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครูกลุ่มที่ 1 สรุปได้ว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกันหรือใกล้เคียงกันมากกว่านักศึกษาครูทุกกลุ่มมีความสามารถในการดำเนินการสอนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

4.5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมและแผนการสอนที่นักศึกษาครูออกแบบ

ประสิทธิภาพของกิจกรรมและแผนการสอนที่นักศึกษาครูออกแบบ วัดจากภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนซึ่งเป็นผลจากการสอนของนักศึกษาครู ดังนี้

ก่อนการทดลองสอนภาคสนาม นักศึกษาครูทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู ทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน ผลการทดสอบสรุปได้ดังตาราง 21 (รายละเอียดผลการทดสอบแสดงในภาคผนวก ฉ)

ตาราง 21 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต ก่อนเรียนและหลังเรียนตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

โรงเรียนที่	กลุ่มที่	จำนวนทั้งหมด	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม			
			ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน	
			จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
วัดท่าซุด (เจริญศิลป์)	1	18	0	0	13	72.22
วัดท่าทอง	2	26	0	0	19	73.08
วัดท่าทอง	3	22	0	0	19	86.36
บ้านทุ่งนาวิทยา	4	33	0	0	26	78.79
บ้านทุ่งนาวิทยา	5	37	4	10.8	35	94.59
บ้านทุ่งนาวิทยา	6	37	4	10.8	36	97.29
หนองฉาง	7	37	7	18.92	32	86.49
หนองฉาง	8	38	3	7.89	31	81.58
หนองฉาง	9	33	0	0	26	78.79
หนองฉาง	10	32	6	18.75	28	87.50
รวม		313	27	8.06	265	84.66

จากตาราง 21 การทดสอบก่อนเรียน พบว่า จำนวนนักเรียนทุกคนในกลุ่มที่ 1-4 และ 9 มีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต และทุกคนมีคะแนนจากการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตต่ำกว่าร้อยละ 80 ส่วนกลุ่มที่ 5-8 และ 10 พบว่า นักเรียนทุกคนมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเช่นกัน และมีนักเรียนบางคนที่มีความสามารถในการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 10.8, 10.8, 18.9, 27.89, 18.75 ของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม นักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มของทุกกลุ่มมีจำนวนทั้งสิ้น 27 คน คิดเป็นร้อยละ 8.67 การทดสอบหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ในกลุ่มที่ 1-4 และ กลุ่มที่ 7-10 คิดเป็นร้อยละ 72.22, 73.08, 86.36, 78.79, 86.49, 81.58, 78.79, 87.50 ของนักเรียนทั้งหมด ตามลำดับ และนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 90 ของคะแนนเต็มมีเพียงสองกลุ่มคือกลุ่มที่ 5 และ 6 คือ ได้ร้อยละ 94.59 และ 97.29 ของคะแนนเต็ม ตามลำดับ นักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มมีทั้งสิ้น 265 คน คิดเป็นร้อยละ 84.66 ของนักเรียนทั้งหมด นั่นคือมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่ร้อยละ 15.34 สรุปได้ว่า แผนการสอนและกิจกรรมที่นักศึกษาครูพัฒนาขึ้นทำให้นักเรียนทุกคนมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนลดลง แต่ไม่สามารถแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของนักเรียนให้หมดไปได้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ในสถาบันราชภัฏ

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นไปในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา การพัฒนาตัวแบบในขั้นต้นมี 4 ขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้คือ

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจปัญหาและข้อมูลพื้นฐาน โดยศึกษาเอกสาร รายงานการวิจัย วารสาร หนังสือ และเอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตทั้งในต่างประเทศและในประเทศ แล้วสร้างแบบสำรวจและสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตของครู นักเรียน และนักศึกษาครู เกี่ยวกับเนื้อหาเรขาคณิตที่เป็นพื้นฐานและรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการตามความสัมพันธ์ ค.ม.จ และ ม.ด.ม. โดยมีการสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า นักเรียน ครู และ นักศึกษาครู มีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์คลาดเคลื่อนคล้ายกับที่เคยสำรวจพบในต่างประเทศ

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างตัวแบบฉบับร่าง โดยศึกษาวรรณคดีที่เกี่ยวข้องกับการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต แล้วสร้างตัวแบบฉบับร่าง ได้ตัวแบบฉบับร่างและรายละเอียดอธิบายตัวแบบดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข

ขั้นตอนที่ 3 การหาประสิทธิภาพของตัวแบบ

3.1 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบตัวแบบฉบับร่าง

ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตามรายชื่อในภาคผนวก ก เป็นผู้ประเมินความเหมาะสมของรายละเอียดหลักของตัวแบบ เครื่องมือที่ใช้ประเมินเป็นแบบประเมินความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า และแบบปลายเปิด แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข ผลการตรวจสอบพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่ารายละเอียดหลักของตัวแบบฉบับร่างมีความเหมาะสม ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงตัวแบบ ได้ตัวแบบที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแสดงในภาคผนวก ข

3.2 การทดลองใช้ตัวแบบ

ผู้วิจัยทดลองสอนนักศึกษาครู ชั้นปีที่ 3 โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏ นครสวรรค์โดยจัดกิจกรรมตามลำดับขั้นตามตัวแบบที่ปรับปรุงแล้ว และนักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนามในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

การหาประสิทธิภาพของตัวแบบได้ผลดังนี้คือ

1. นักศึกษาครูร้อยละ 80 ของนักศึกษาครูที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน ไม่มีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่
2. นักศึกษาครูร้อยละ 80 ของนักศึกษาครูทั้งหมด มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต
3. นักศึกษาครูร้อยละ 80 ของนักศึกษาครูทั้งหมด มีความรู้ด้านเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3. นักศึกษาคูรีย่อยละ 80 ของนักศึกษาคูทั้งหมด มีความรู้ด้านเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4. นักศึกษาคูรีย่อยละ 80 ของนักศึกษาคูทั้งหมด มีความรู้ด้านหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

5. นักศึกษาคูรีย่อยละ 80 ของนักศึกษาคูทั้งหมด มีความสามารถด้านการเตรียมการสอน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

6. นักศึกษาคูรีย่อยละ 80 ของนักศึกษาคูทั้งหมด มีความสามารถด้านการดำเนินการสอน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

7. กิจกรรมที่นักศึกษาคูพัฒนาขึ้นไม่เป็นไปตามเกณฑ์

ขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงตัวแบบ ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดลองมาพิจารณาปรับปรุงตัวแบบ ได้ตัวแบบที่ปรับปรุงแล้ว ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ (1) การเตรียมข้อมูลของผู้สอน (2) การเตรียมนักศึกษาคู (3) การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาคู การเตรียมข้อมูลของผู้สอน เป็นการเตรียมตัวอย่างภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่ผู้สอนสำรวจพบและนำมาให้นักศึกษาคูได้ศึกษาและจัดเตรียมเอกสารประกอบการบรรยายหรือกิจกรรมสำหรับนักศึกษาคู การเตรียมนักศึกษาคู ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 4 กิจกรรม ได้แก่ นักศึกษาคูสำรวจภาพลักษณ์โมโนทัศน์ ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาคู นักศึกษาคูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข และนักศึกษาคูออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้ การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาคู ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 2 กิจกรรม คือ นักศึกษาคูทดลองใช้กิจกรรม และ นักศึกษาคูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยหาประสิทธิภาพของตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาคู ซึ่งอยู่ในขั้นตอนที่ 3 การหาประสิทธิภาพ ของตัวแบบ ได้แก่ นักศึกษาคู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาคู ผู้วิจัยเลือกนักศึกษาคู โปรแกรมคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 3 สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 23 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบตัวแบบ

กลุ่มตัวอย่างนักเรียนสำหรับทดลองภาคสนามของนักศึกษาคู ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตจังหวัดนครสวรรค์และจังหวัดอุทัยธานี ซึ่งเป็นจังหวัดในความรับผิดชอบของสถาบันราชภัฏนครสวรรค์ โดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้กลุ่มตัวอย่างโรงเรียน 4 โรงเรียน และ นักเรียน 10 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบประกอบด้วย แบบทดสอบสมรรถภาพการสอนสำหรับนักศึกษาคู ประกอบด้วยแบบทดสอบ 2 ชุดดังนี้คือ

ชุดที่ 1 แบบทดสอบความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการของนักศึกษาครู

ชุดที่ 2 แบบทดสอบความสามารถทางวิชาชีพครูของนักศึกษาครู

สมมุติฐานในการวิจัย

ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครูที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

ผลการวิจัย

ในการพัฒนาตัวแบบได้ผลสรุปดังต่อไปนี้

1. จำนวนนักศึกษาครูที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนร้อยละ 82.61 ไม่มีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน เป็นไปตามสมมุติฐานที่ว่านักศึกษาครูที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป ไม่มีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน
2. จำนวนนักศึกษาครูร้อยละ 91.30 มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต โดยผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม เป็นไปตามสมมุติฐานที่ว่าจำนวนนักศึกษาครูตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิตผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป
3. จำนวนนักศึกษาครูร้อยละ 100 มีความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป เป็นไปตามสมมุติฐานที่ว่าจำนวนนักศึกษาครูตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปมีความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป
4. จำนวนนักศึกษาครูร้อยละ 100 มีความรู้ด้านหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม เป็นไปตามสมมุติฐานที่ว่าจำนวนนักศึกษาครูตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปมีความรู้ด้านหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม
5. นักศึกษาครูทุกกลุ่มมีสมรรถภาพการสอนดังนี้
 - 5.1 ความสามารถในการเตรียมการสอน นักศึกษาครูทุกกลุ่มมีความสามารถในการเตรียมการสอนตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม
 - 5.2 ความสามารถในการดำเนินการสอน นักศึกษาครูทุกกลุ่มมีความสามารถในการดำเนินการสอนตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

จากการทดสอบในข้อ 5.1 และ 5.2 เป็นไปตามสมมุติฐานที่ว่า นักศึกษาครูมีสมรรถภาพการสอนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม
6. กิจกรรมที่นักศึกษาครูพัฒนาขึ้นและนำไปใช้ทดลองสอนนักเรียนจากการทดลองสอนภาคสนาม ทำให้นักเรียนที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนร้อยละ 80 มีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่ประมาณร้อยละ 15.34 ไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ว่ากิจกรรมที่นักศึกษาครูพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตชนสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยพิจารณาจากนักเรียนที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนร้อยละ ตั้งแต่ 80 ของคะแนนเต็ม ไม่มีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่

อภิปรายผล

1. จากการพัฒนางานได้ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู โดยได้ทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ พบว่า ตัวแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ในการสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู คือทำให้นักศึกษาครูตั้งแต่ร้อยละ 80 ของนักศึกษาครูที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน ไม่มีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่ นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต ทำให้จำนวนนักศึกษาครูตั้งแต่ร้อยละ 80 ของนักศึกษาครูทั้งหมด มีความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และมีความสามารถด้านการเตรียมการสอนและด้านการดำเนินการสอน โดยสามารถสอนให้นักเรียนที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนมีความคลาดเคลื่อนลดลง กล่าวคือ มีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่ร้อยละ 15.34 ของความคลาดเคลื่อน อาจเป็นเพราะ

1.1 ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครูมีวิธีการคือ ผู้สอนสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของ นักเรียน นักศึกษาครู และครูเพื่อนำมาเป็นกรณีศึกษาสำหรับนักศึกษาครู และให้นักศึกษาครูมีประสบการณ์ในการสำรวจและวินิจฉัยภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนด้วยตนเองจนเห็นปัญหาและผลเสียของการมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและนำผลที่สำรวจได้มาออกแบบกิจกรรมเพื่อใช้สำหรับสอนนักเรียนในสภาพการณ์จริง ด้วยวิธีการนี้จะทำให้ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตัวนักศึกษาเองลดลงหรือหมดไปและสามารถให้ความช่วยเหลือนักเรียนเมื่อมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ เฮิร์ช โควิทซ์ บรุคไฮเมอร์และวินเนอร์ (Herskhowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987)

1.2 การจัดการเรียนการสอนตามตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครูที่พัฒนาขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการปฏิรูปการศึกษา ได้แก่ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้จัดกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนและให้คำชี้แนะ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ กันเตอร์ เอสเตส และ ชวาร์บ (Gunter, Estes & Schwab. 1995 : 367) ที่ว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนได้รับความรู้และมีโอกาสได้ฝึกปฏิบัติในการนำความรู้นั้นไปใช้ และแนวคิดเกี่ยวกับพีระมิดของการเรียนรู้ว่า การเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนได้สอนผู้อื่นและนำความรู้ที่ได้มาใช้ประโยชน์ทันทีจะทำให้ได้รับความรู้ประมาณ 90 % (อุษณีย์ โพธิสุข. 2537 : 50)

1.3 ตามหลักการนิเทศแนวใหม่จะเน้นกระบวนการนิเทศมากกว่าบทบาทของการนิเทศ ผู้นิเทศและผู้สอนจะปรึกษาร่วมกัน (สมพร แมลงกู. 2541 : 120) การพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู ได้นำหลักการนิเทศแนวใหม่มาใช้ในการนิเทศ คือ การนิเทศทำโดยคณะประเมิน ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์พี่เลี้ยง ผู้สอนและอาจารย์นิเทศจากสถาบันราชภัฏ รวมทั้งสิ้นจำนวน 3 คน และใช้หลักการนิเทศการสอนเป็นการให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนในขณะที่นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนาม ให้นักศึกษาครูมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและประเมินเพื่อนนักศึกษาครูด้วยกัน และนำข้อเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงกิจกรรมและแผนการสอนเพื่อใช้ในการสอนครั้งต่อไป นำกิจกรรมและแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองสอนนักเรียน ทำให้นักศึกษาครูค้นพบด้วยตนเองว่ากิจกรรมและแผนการสอนดังกล่าวมีประสิทธิภาพหรือไม่ เพียงใด

1.4 ตามหลักการของความสามารถด้านการสอนของคุรุศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยการมีความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการและวิชาชีพครู (ยุพิน พิพิธกุล. 2531 : 240-245) กิจกรรมการเรียนรู้

การสอนตามตัวแบบที่พัฒนาขึ้นเน้นกระบวนการเพื่อให้นักศึกษามีความสามารถทางการสอน คณิตศาสตร์ คือ นักศึกษาคูควรมีความรู้ทางด้านวิชาการและมีความสามารถทางวิชาชีพครู ซึ่งได้แก่ การมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ ตัวแบบของแวน อีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต ภาพลักษณ์โน้ตส์ทางเรขาคณิต การสอนโน้ตส์ทางคณิตศาสตร์ และการมีความรู้ความสามารถในเรื่องต่อไปนี้เป็นคือ ความรู้หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต ความรู้ทางด้านเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ การมีความสามารถด้านการสอนโดยวัดจากการพัฒนากิจกรรมและแผนการสอนและนำไปทดลองสอน ภาคสนามและประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนและด้านการดำเนินการสอนโดยคณะประเมิน สรุปได้ว่าตัวแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ในการสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตส์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

2. จากสมมุติฐานย่อยที่ว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู นักเรียนตั้งแต่ร้อยละ 80 ที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตส์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนไม่มีภาพลักษณ์โน้ตส์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่ พบว่า สมมุติฐานข้อนี้ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ คือ นักเรียนที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตส์ทางเรขาคณิตร้อยละ 80 มีคะแนนภาพลักษณ์โน้ตส์ทางเรขาคณิตร้อยละ 84.66 ของคะแนนเต็ม นั่นคือมีภาพลักษณ์โน้ตส์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่ร้อยละ 15.34 สาเหตุที่น่าจะเป็นไปได้มีดังนี้คือ

2.1 ภาพลักษณ์โน้ตส์มีความคงทนถาวร ถ้านักเรียนมีภาพลักษณ์โน้ตส์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนแล้วจะมีความคงทนและติดตัวนักเรียนทำให้นักศึกษาครูอาจจะต้องใช้เวลานานในการแก้ไขให้ถูกต้องทั้งนี้เพราะว่า ภาพลักษณ์โน้ตส์มีความคงทนกว่าบทนิยามโน้ตส์ เมื่อผู้เรียนมีภาพลักษณ์โน้ตส์ของสิ่งใดอยู่ในใจจะไม่หลงลืมง่ายและจะติดตัวไป เมื่อได้รับการกระตุ้นก็จะปรากฏออกมา การสอนภาพลักษณ์โน้ตส์ยากที่ทุกคนจะรู้ได้ในครั้งเดียว จะต้องมีการย้ำการนำไปใช้ ซึ่งเป็นธรรมชาติของการเรียนรู้โน้ตส์ จึงต้องมีการเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตส์ที่ถูกต้องตลอดเวลาในขณะทำการสอนตั้งแต่เริ่มบทเรียนไปจนจบบทเรียน โดยไม่ให้นักเรียนรู้ตัวว่าครูกำลังสอนอยู่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เฟอริงเกติและเพาลา (Ferringhetti & Paola, 1981 : 721) และวินเนอร์ (Vinner 1983 : 293) การทำเช่นนี้ได้ ต้องมีเวลามากพอสมควรและต้องมีความใกล้ชิดกับนักเรียน ค่อย ๆ เสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตส์ที่ถูกต้อง และย้ำการใช้ภาพลักษณ์โน้ตส์บ่อย ๆ จนภาพลักษณ์โน้ตส์ที่ถูกต้องเกิดขึ้นและติดตัวนักเรียน จนไม่มีภาพลักษณ์โน้ตส์ที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่ และอาจจะต้องใช้เวลานานในห้องเรียนด้วย แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดของเวลา (12 คาบ) เวลาที่คู่มือครูรายวิชา ค 203 กำหนดไว้ 17 คาบ นักศึกษาครูจึงไม่มีเวลาสอนซ่อมเสริม จึงทำให้เวลาในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตส์ของนักเรียนสำหรับนักศึกษาครูมีไม่มากพอ

2.2 จำนวนนักเรียนที่มีภาพลักษณ์โน้ตส์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนก่อนทดลองสอนภาคสนามมีเป็นจำนวนมาก คือ นักเรียนทุกคนจำนวน 313 คน มีภาพลักษณ์โน้ตส์ที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาที่จะทดลองสอนภาคสนาม และมีความคลาดเคลื่อนในระดับค่อนข้างสูง จึงเป็นการยากที่จะแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตส์ที่คลาดเคลื่อนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.3 นักศึกษาครูไม่มีเวลาสอนซ่อมเสริมเมื่อพบว่านักเรียนยังมีภาพลักษณ์โน้ตส์ที่คลาดเคลื่อนในบางหัวข้อ เนื่องด้วยข้อจำกัดเรื่องเวลา

2.4 ข้อจำกัดด้านเวลาและภาระของนักศึกษาครู กล่าวคือ ช่วงเวลาที่นักศึกษาครูออกทดลองสอนภาคสนามตรงกับภาระการเรียนการสอนปกติของนักศึกษาครู ทำให้นักศึกษาครูต้องเรียนและออกทดลองสอนภาคสนามในขณะเดียวกัน ยังมีบางช่วงเวลารับการสอนกลางภาคของวิชาต่าง ๆ ของนักศึกษาครูอีกด้วย

ทำให้นักศึกษาบางคนมีความวิตกกังวลในการเรียนและการสอบของตนเองในขณะที่ทดลองสอนภาคสนาม ซึ่งอาจจะส่งผลให้การสอนของนักศึกษาครูไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรจะเป็น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดและสมมุติฐานของ ครูชินสกี (Kruzynski. 1968) ที่เชื่อว่า ผลการสอนไม่ดีเพราะนักศึกษาครูมีความกังวล และผลการวิจัยของ ไดอานา (Diana. 1970) แมดเลย์ (Madley. 1978) และปรียา พิพัฒนานนท์ (2516) ที่พบว่า มีความสัมพันธ์ทางลบระหว่างความวิตกกังวลและสมรรถภาพด้านการสอน และการวิจัยของบัญญัติ ชำนาญกิจ (2534) ซึ่งพบว่า ความวิตกกังวลมีผลกระทบทางตรงต่อสมรรถภาพด้านการสอนของนักศึกษาครูที่ออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

2.5 ตัวนักศึกษาเอง นักศึกษาครูบางคนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาชีพครู ซึ่งอาจจะส่งผลให้สมรรถภาพการสอนไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วรณวิภา ทองงอก (2513) ภัสกร์ สันติสุข วงศ์โชติ (2520) บัญญัติ ใจบรรจง (2526) และ บัญญัติ ชำนาญกิจ (2534) ซึ่งพบว่าเจตคติต่อวิชาชีพครูมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการสอนของผู้สอน และสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครูจะส่งผลกระทบทางตรงและทางอ้อมต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบลูม (Bloom. 1976 :115-127) ซึ่งมีความคิดเห็นว่าคุณภาพของการสอนมีความสำคัญในการกำหนดและมีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน และสอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยพบของ โซลติส (Soltis. 1987 : 4048 - A) และ ประนอม ทวีกาญจน์ (2526) ซึ่งพบว่าคุณภาพการสอนมีความสัมพันธ์กับผลการเรียนรู้ของนักเรียน และสอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของ บุญชม ศรีสะอาด (2524) และ ปาจริย์ วัชชวัลคุ (2527) ซึ่งพบว่าคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

ถ้าสามารถป้องกันหรือแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาข้างต้นในระหว่างที่นักศึกษาครูออกทดลองสอนภาคสนามได้ มีความเป็นไปได้ที่จะทำให้ภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนหมดไป วิธีดำเนินการได้แก่ ควรเพิ่มเวลาในการทดลองสอนภาคสนามเพื่อให้นักศึกษามีเวลาสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนและมีเวลาสอนย่อย ๆ เพื่อเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ที่ถูกต้อง ควรสุ่มนักเรียนที่มีภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนและจัดชั้นเรียนพิเศษโดยให้มีจำนวนนักเรียนแต่ละห้องเรียนไม่มากจนเกินไปประมาณห้องละ 15-20 คน เพื่อให้นักศึกษาครูสามารถจัดกิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมรายบุคคลได้อย่างเหมาะสม ควรให้นักศึกษาครูออกทดลองสอนภาคสนามช่วงเวลาที่สถาบันกำหนดให้มีการทดลองสอนเพียงอย่างเดียว เพื่อไม่ให้นักศึกษาครูมีความวิตกกังวลในการเรียนและการสอบของตนเอง ทำให้สามารถสอนได้อย่างเต็มความสามารถและมีเวลาแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ที่คลาดเคลื่อนนอกเวลาเรียนปกติได้อีกด้วย สำหรับเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาชีพครูของนักศึกษาครูบางคนนั้น สามารถแก้ไขได้ตั้งแต่การรับนักศึกษาเข้าเรียนสาขาการศึกษา สถานศึกษาควรคัดเลือกโดยใช้การวัดเจตคติที่มีต่อวิชาชีพครูด้วย โดยรับเฉพาะนักศึกษาที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพครู การแก้ไขเจตคติที่มีต่อวิชาชีพครูต้องใช้เวลาแก้ไขเป็นเวลานาน ถ้าได้นักศึกษาครูที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพครูตั้งแต่แรกจะสามารถเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพครูให้ดียิ่งขึ้นได้ ในการสอนผู้สอนอาจจะวัดเจตคติต่อวิชาชีพครูของนักศึกษาครูก่อนใช้ตัวแบบ และพยายามหาวิธีที่จะทำให้นักศึกษาครูมีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพครูเท่าที่จะเป็นไปได้ ถ้าสามารถทำได้ดังกล่าวมา กิจกรรมและแผนการสอนที่นักศึกษาครูพัฒนาขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้ กล่าวคือ จำนวนนักเรียนที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนร้อยละ 80 ขึ้นไป ไม่มีภาพลักษณ์โน้ตศัณท์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐาน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำตัวแบบไปใช้

1. การนำตัวแบบไปใช้ให้มีประสิทธิภาพนั้นต้องได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้สอน นักศึกษาครู นักเรียน ครูและผู้บริหารโรงเรียนและผู้บริหารสถาบันราชภัฏ และมีกระบวนการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่เป็นระบบตามลำดับขั้นของตัวแบบ เพราะว่าถ้าไม่ได้รับความร่วมมือจากบุคคลดังกล่าวมา นี้ ผู้สอนจะไม่สามารถดำเนินการสอนตามตัวแบบได้ เนื่องจากการสอนโดยใช้แนวคิดตามตัวแบบ ผู้สอนต้องมีความตั้งใจและทุ่มเทเวลาในการเตรียมข้อมูล การฝึกนักศึกษาครูและการพานักศึกษาครูไปทดลองสอนภาคสนาม ต้องให้ความช่วยเหลือเมื่อนักศึกษาครูมีปัญหา ต้องประสานงานกับโรงเรียน ครู และ ผู้บริหารโรงเรียน ต้องประชุมปรึกษาอาจารย์พี่เลี้ยง และต้องขอความร่วมมืออาจารย์นิเทศเพื่อเป็นกรรมการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู ถ้าไม่มีงบประมาณสนับสนุนในส่วนที่เป็นวัสดุอุปกรณ์ที่นักศึกษาครูจะนำไปใช้สอนนักเรียน และสนับสนุนยานพาหนะจากผู้บริหารสถาบัน ตลอดจนการจัดตารางสอนสำหรับให้นักศึกษาครูได้ออกทดลองสอนภาคสนามได้แล้ว การสอนตามแนวคิดในตัวแบบ อาจไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

2. ตัวแบบนี้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับหลักสูตรที่สถาบันราชภัฏรับผิดชอบอยู่ แต่สถานศึกษาหรือสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการผลิตนักศึกษาครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ หรือโปรแกรมวิชาอื่น สามารถนำแนวคิดตามตัวแบบใช้ได้ โดยอาจจะปรับใช้ในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ นอกเหนือไปจากเรขาคณิต หรือปรับใช้กับนักศึกษาครูโปรแกรมอื่น ๆ โดยปรับเนื้อหาและระดับชั้นให้มีความเหมาะสม โดยดำเนินการตามกระบวนการของตัวแบบดังกล่าวประกอบ 25 หน้า 73 หรือ อาจจะลดขั้นตอนต่าง ๆ ลงได้ตามความเหมาะสม เช่นในขั้นตอนการเตรียมข้อมูลของผู้สอน ผู้สอนอาจจะใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้วโดยไม่ต้องทำการสำรวจด้วยตนเอง ในขั้นตอน การเตรียมนักศึกษาครู ผู้สอนไม่จำเป็นต้องให้นักศึกษาครูศึกษาด้วยตนเอง ผู้สอนอาจจะให้ความรู้ในเนื้อหาที่คิดว่ามีความจำเป็นในการเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนเนื้อหานั้นให้นักศึกษาครู ในขั้นตอน การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู ผู้สอนอาจจะมอบหมายให้นักศึกษาครูไปทดลองสอนในชั้นการทดลองสอนของนักศึกษาครูตามกำหนดการของสถาบันเพื่อลดภาระและงบประมาณ และไม่เข้าซ้อนกับภาระหน้าที่ของศูนย์ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยผู้สอนอาจจะขอความร่วมมือจากศูนย์ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูช่วยจัดอาจารย์นิเทศมาช่วยนิเทศ หรือ ผู้สอนนิเทศการสอนเพียงคนเดียว หรือ ขอให้อาจารย์พี่เลี้ยงช่วยนิเทศด้วยก็สามารถกระทำได้

3. นอกเหนือไปจากการสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตศัพท์ทางเรขาคณิตแล้ว สามารถนำแนวคิดของตัวแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้สร้างสมรรถภาพการสอนเรขาคณิตเนื้อหาอื่น ๆ เช่น การพิสูจน์ทางเรขาคณิตหรือการแก้ปัญหาหรือการนำไปใช้ ซึ่งจากการทดลองสอนโดยใช้ตัวแบบที่พัฒนาขึ้นพบว่า นักศึกษาครูตั้งแต่ร้อยละ 80 ของทั้งหมดมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ดังนั้นเมื่อเลือกเนื้อหาการแก้ปัญหาหรือการพิสูจน์หรือการนำไปใช้ ให้นักศึกษาครูไปสำรวจนักเรียนและนำผลที่ได้มาออกแบบกิจกรรมและแผนการสอนและนำไปใช้สอนนักเรียนด้วยแล้ว จึงน่าจะเป็นไปได้ที่นักศึกษาครูทุกคนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์หรือการนำไปใช้

2. การนำแนวคิดของตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู ไปทำวิจัยกับนักศึกษาครูกลุ่มอื่นและเนื้อหาอื่นที่ไม่ใช่เนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยการเปลี่ยนเนื้อหาเรขาคณิตเป็นเนื้อหาในวิชานั้น ซึ่งมีการสำรวจพบว่ามีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เพื่อให้การศึกษากว้างขวางขึ้น จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาสมรรถภาพการสอนวิชานั้นของนักศึกษาครูและเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ในเนื้อหานี้ของนักเรียน

3. การจัดการเรียนการสอนตามตัวแบบที่พัฒนาขึ้นเป็นการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้ได้รับความรู้ทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ ได้รับประสบการณ์ตรงในพัฒนากิจกรรมและแผนการสอนและนำกิจกรรมและแผนการสอนที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองสอนนักเรียนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามสภาพที่เป็นจริง มีการปรับปรุงกิจกรรมและแผนการสอนให้มีความเหมาะสมด้วยตนเอง การจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครูในลักษณะนี้ทั้งในต่างประเทศและประเทศไทยยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษาวิจัยไว้ จึงน่าจะมีการวิจัยหาประสิทธิภาพของตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูอย่างแพร่หลายในประชากรอื่นหรือในเนื้อหาอื่น ๆ หรือในระดับต่าง ๆ กัน โดยมีการวิจัยหาตัวแบบที่มีลักษณะแตกต่างไปจากตัวแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อให้การศึกษากว้างขวางขึ้น และจะเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาครูและนักเรียนในโอกาสต่อไป

เพื่อให้การศึกษากว้างขวางขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. การนำแนวคิดของตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู ไปทำวิจัยกับนักศึกษาครูกลุ่มอื่นและเนื้อหาอื่นที่ไม่ใช่เนื้อหาเรขาคณิตศาสตร์ โดยการเปลี่ยนเนื้อหาเรขาคณิตเป็นเนื้อหาในวิชานั้น ซึ่งมีการสำรวจพบว่ามีภาพลักษณ์โน้ตศน์ที่คลาดเคลื่อน เพื่อให้การศึกษากว้างขวางขึ้น จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาสมรรถภาพการสอนวิชานั้นของนักศึกษาครูและเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตศน์ในเนื้อหาของนักเรียน

3. การจัดการเรียนการสอนตามตัวแบบที่พัฒนาขึ้นเป็นการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้ได้รับความรู้ทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ ได้รับประสบการณ์ตรงในพัฒนากิจกรรมและแผนการสอนและนำกิจกรรมและแผนการสอนที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองสอนนักเรียนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามสภาพที่เป็นจริง มีการปรับปรุงกิจกรรมและแผนการสอนให้มีความเหมาะสมด้วยตนเอง การจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครูในลักษณะนี้ทั้งในต่างประเทศและประเทศไทยยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษาวิจัยไว้ จึงน่าจะมีการวิจัยหาประสิทธิภาพของตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูอย่างแพร่หลายในประชากรอื่นหรือในเนื้อหาอื่น ๆ หรือในระดับต่าง ๆ กัน โดยมีการวิจัยหาตัวแบบที่มีลักษณะแตกต่างไปจากตัวแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อให้การศึกษากว้างขวางขึ้น และจะเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาครูและนักเรียนในโอกาสต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524). วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- โกลด ไพศาล. (2540). การพัฒนาชุดการสอนเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา) : กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรองทิพย์ พงษ์ลิ้มศรี. (2535). การสอนการพิสูจน์เรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเน้นกระบวนการแก้ปัญหา. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- โครงการวิจัยศึกษาด้านการผลิตและการใช้ครู. (2530). การวิจัยและพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูให้มีสมรรถภาพที่พึงประสงค์ตามหลักสูตรระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : การศาสนา.
- จำเนียร ศิลปวานิช. (2538). หลักและวิธีการสอน. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ.
- ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงศ์. (2539). การพัฒนาหลักสูตร : หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : อลิ้นเพรส.
- ชัยพร วิชชาวุธ. (2519). จิตวิทยาฉบับประสบการณ์. กรุงเทพฯ : สารมวลชน.
- ชาญ ธัญพิทยากุล. (2524). หนังสือชุดประสบการณ์วิชาชีพครูประถมศึกษา ตอนเทคนิคการเขียนแผนการสอนย่อย. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานครพิมพ์.
- ชลีพร สุภธีระ. (2533). "การสอนเรขาคณิตในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้แบบเรียนของ สสวท." ในเอกสารประกอบการอบรมครูคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 6 วันที่ 9-10 พฤษภาคม 2533. : หน้า 1-9. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- दनัย ไชยโยธา. (2534). หลักการเรียนการสอนในสถาบันการศึกษา. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- เดือนใจ ทองสำริด. (2531). การทดลองใช้วิธีการจัดกิจกรรมทางกายในการสร้างมโนทัศน์พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กก่อนประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร
- นัตยา ปิลันธนานนท์. (2542). การเรียนรู้ความคิดรวบยอด(Concept Learning). กรุงเทพฯ : แม็ค.
- นวลรักษา โพธิ์ศรี. (2528). ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำ ชั้นปีที่ 1 โรงเรียนชุมพลทหารเรือ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.อัดสำเนา.

บัญญัติ ใจบรรจง. (2526). ความสัมพันธ์ระหว่างอัตตมโนทัศน์ ทศนคติต่อวิชาชีพครู ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการรับรู้ผลการฝึกสอน. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(การวัดและประเมินผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.

บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2534). การพัฒนารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรด้านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพกับสมรรถภาพด้านการสอนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในวิทยาลัยครู. วิทยานิพนธ์ ค.ด.(หลักสูตรและการสอน) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

----- (2540). หลักการสอน. นครสวรรค์ : สถาบันราชภัฏนครสวรรค์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2524). รูปแบบผลการเรียนในโรงเรียน. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (วิจัยและพัฒนาหลักสูตร) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.

----- (2537). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ประคอง กรรณสูตร. (2525). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : บรรณกิจเทรดดิ้ง.

ประนอม ทวีกาญจน์. (2526). ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนเดิม สภาพแวดล้อมทางบ้าน บรรยากาศในชั้นเรียน คุณภาพของการสอน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(การวัดและประเมินผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.

อาจารย์ วัชชวลุ. (2527). อิทธิพลขององค์ประกอบด้านลักษณะของนักเรียน สภาพแวดล้อมทางบ้าน และสภาพแวดล้อมทางโรงเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(การวัดและประเมินผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา

ปรียา พิพัฒนานนท์. (2514). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการฝึกสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การปรับตัว ความตั้งใจ ระดับความมุ่งมั่นและความวิตกกังวลในการฝึกสอนของนักเรียนครูส่วนกลาง. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.

ผ่องพรรณ ตริยมงคลกุล และ สุภาพ นัฏราภรณ์. (2541). การออกแบบการวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พันทิพา อุทัยสุข. (2523). "หน่วยที่ 10 การเขียนแผนการเรียนการสอน," ใน เอกสารการสอนชุดวิชาระบบการสอน หน่วยที่ 6-10. กรุงเทพฯ : สารมวลชน.

พิชากร แปลงประสพโชค. (2518). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโครงสร้างคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.

-----, (2540). การพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา)
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

พีระพล ศิริวงศ์. (2525). การเปรียบเทียบความสามารถในการสรุปครอบคลุม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ความคงทนในการจำเรื่องรูปเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการสอนที่ต่างกัน
สองแบบ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2526). " การวางแผนการสอนและเขียนแผนการสอน," ใน เอกสารการสอนชุดวิชา
การสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-15. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

-----, (2538). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ :
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2524). หลักและวิธีการสอนระดับอุดมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ภัสกร สันติสุขวงศ์โชติ. (2520). ลักษณะบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการฝึกสอนของนักศึกษาระดับ
ป.ก.ศ. และ ป.กศ. สูง วิทยาลัยครูนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2519. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.

มาลี นิสสัยสุข. (2536). เอกสารประกอบการสอน รายวิชาหลักการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชา
หลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครูสวนสุนันทา.

ยุพิน พิพิธกุล. (2523). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : บพิธการพิมพ์.

-----, (2531). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ราชบัณฑิตสถาน. (2538). ศัพท์คณิตศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.

เรา อรุณวงศ์. (2540). รูปแบบการสอน(Models of Teaching). กำแพงเพชร : สถาบันราชภัฏ
กำแพงเพชร.

ลดารัตน์ เมฆกันต์. (2534). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนาม
ระหว่างกลุ่มที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายและไม่ได้รับการอธิบายคำตอบของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนตะพงประธารศิริวัฒน์ จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
(การสอนคณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.
ถ่ายเอกสาร.

ละเมียด ลิมอักษร . (2517). หลักการสอน. กรุงเทพฯ : องค์การคำครูสภา

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2536). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

-----, (2538). พิมพ์ครั้งที่ 4. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ลำพอง บุญช่วย. (2530). การสอนเชิงระบบ. ปทุมธานี : วิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์.

วิญญา วิศาลาภรณ์. (2540). การวิจัยทางการศึกษา : หลักการและแนวทางการปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : ดันอ้อ แกรมมี.

วรรณวิภา ทองเอก. (2517). ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่ออาชีพครู วินัยในตนเอง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน และผลสัมฤทธิ์ในการสอนของนิสิตฝึกสอนวิทยาลัยวิชาการศึกษาพิษณุโลก. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.

วารี ธีระจิตร. (2530). การพัฒนาการสอนสังคมศึกษาระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชัย ดิสสระ. (2535). การพัฒนาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

วิรัช พานิชวงค์. (2528). องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตพระนครเหนือ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. อัดสำเนา.

วิชา ทรวงแสง. (2538). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาภาษาไทยและวรรณกรรมไทยด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่นสำหรับนักศึกษาวิชาเอกภาษาไทยในวิทยาลัยครู. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (อุดมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

วิเชียร เกตุสิงห์. (กุมภาพันธ์-มีนาคม, 2538). "คำเฉลี่ยกับการแปลความหมาย : เรื่องง่าย ๆ ซึ่งบางครั้งพลาดได้," ข่าวสารการวิจัยการศึกษา. 18(13) : 8-11.

ศุภวรรณ เล็กวิไล. (2535). การพัฒนารูปแบบการสอนการอ่านอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยกลวิธีการเรียนภาษา โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

สะพรั่งพร้อม รัฐสมุทร. (2534). ความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(การสอนคณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. ถ่ายเอกสาร.

สัจด์ อุทรานันท์. (2528). พื้นฐานและหลักการพัฒนาหลักสูตร. กรุงเทพฯ : เซนต์เอ็ดเวิร์ดพับลิเคชั่น.

สงบ ลักษณะ. (2524). จากหลักสูตร...สู่แผนการสอน. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.

สุจินต์ วิศวธีรานนท์. (2523). "หน่วยที่ 3 การกำหนดหน่วย มโนคติ และวัตถุประสงค์การเรียนการสอน," ใน เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาการระบบการสอน หน่วยที่ 1-5. กรุงเทพฯ : สารมวลชน.

_____. (2528). "หน่วยที่ 11 การพัฒนาการสอนของครูมัธยมศึกษา," ใน เอกสารประกอบการสอนชุด วิชาพฤติกรรมกรรมการสอนมัธยมศึกษา หน่วยที่ 11-15. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมาราช.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. (2534). การสร้างมาตรฐานวัดในการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

_____. (2536). ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันบัณฑิต พัฒนบริหารศาสตร์.

สุนีย์ สอนตระกูล. (2535). การพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีพวิทยาระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ด.(หลักสูตรและการสอน) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร

สุพิน บุญชูวงศ์. (2534). หลักการสอน. กรุงเทพฯ : แสงสุทธิการพิมพ์.

สุพจน์ ไชยสังข์. (2539). การสำรวจความคิดและความสามารถในการพิสูจน์ในวิชาเรขาคณิตของนักเรียน ไทย. (เอกสารประกอบคำบรรยาย). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรจน์ อัดสำเนา.

สุวิทย์ หิรัญยานนท์, สิริวรรณ เมธีวิวัฒน์ และ ชรินทร์ชัย อินทราภรณ์. (2540). พจนานุกรม ศัพท์ทาง การศึกษา : Dictionary of Education. กรุงเทพฯ : โอคิว บุ๊คเซ็นเตอร์.

สุนทร บำเรอราช. (2540). "รูปแบบการสอน," ใน เอกสารการสอนวิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตร ประกาศนียบัตรบัณฑิตทางการศึกษา. บรรณาธิการโดย อำนาจ จันทรแป้น อาภรณ์ ใจเที่ยง และเรวดี ไตรวิยเวช. หน้า 23-61. กรุงเทพฯ : เอ็กเพรสมีเดีย.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2536). คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.

_____. (2537 ก). คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 021 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.

_____. (2537 ข). คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ เสริมทักษะ คณิตศาสตร์ 1 ค 031 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.

_____. (2537 ค). หนังสือเรียน รายวิชา ค 021 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2537 ง). หนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เสริมทักษะ
คณิตศาสตร์ 1 ค 031 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.

..... (2539 ก). คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 102
คณิตศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับ
ปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.

..... (2539 ข). คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 011
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ :
กรุงเทพมหานคร.

..... (2539 ค). หนังสือเรียน รายวิชา ค 102 คณิตศาสตร์ 2
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).
พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.

..... (2541 ก). คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 101
คณิตศาสตร์ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับ
ปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.

..... (2541 ข). หนังสือเรียน รายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ 1
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).
พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.

..... (2542 ก). คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 204
คณิตศาสตร์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับ
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.

..... (2542 ข). หนังสือเรียน รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.

..... (2542 ค). หนังสือเรียน รายวิชา ค 204 คณิตศาสตร์ 4
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).
พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.

..... (2542 ง). หนังสือเรียน รายวิชา ค 011 คณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ :
กรุงเทพมหานคร.

- สมพร แผลงภู. (2541). *การพัฒนารูปแบบเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ*. ปรินญาณพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมพล เล็กสกุล และ ชูลีพร สุขธีระ. (2538, มีนาคม). *เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. (เอกสารประกอบการบรรยาย)*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. อัดสำเนา.
- สมพล เล็กสกุล. (ม.ป.ป.). *เรขาคณิต. (เอกสารประกอบการบรรยาย)* กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. อัดสำเนา.
- อนันต์ สว่างศรี และคณะ. (2535). *คู่มือสอบบรรจุ ครู-อาจารย์ระดับ 1-2-3*. กรุงเทพฯ : วิสิทธิ์พัฒนา.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2537). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- อุษณีย์ โพธิสุข. (2537). *วิธีสอนเด็กปัญญาเลิศ. (เอกสารประกอบการสอน ก.พ. 554)*. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อำนาจ จันทรแป้น และคณะ. (2540). *เอกสารการสอนวิชาหลักสูตรและการสอน หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตทางการสอน*. กรุงเทพมหานคร : เอ็กเพรสมีเดีย.
- Anastasi, Anne. (1971). *Psychological Testing*. London : Macmillan.
- Anderson, Johnson A. (1996, November-December). "Experiment to Investigate Instrumental and Relational Understanding among Undergraduates," *The International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 27(6) : 813-819.
- Backman, Carl A. & Cromie, Robert G. (1971). *Introduction to Concepts of Geometry*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall.
- Baroody, Arthur J. (1989). *A Guide to Teaching Mathematics in the Primary Grades*. 2nd ed. Needham Height , Massachusetts : Allyn & Bacon.
- Bell-Gredler, Margaret E. (1986). *Learning and Instruction*. New York : Macmillan.
- Bennett, Earl Marlin. (1994, July). "Calculus Students' Concept Image of Function in an Environment of Computer-Generated Animation of Graphs of Transformations of Functions," *Dissertation Abstracts International*. 55(1) : 58-A.
- Bloom, Benjamin S. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York : McGraw-Hill.
- Bloom, B.S., Hastings, J.T. & Madaus, G.F. (1971). *Handbook on Formative and Summative Evaluation on Student Learning*. New York : McGraw-Hill Book.

- Brueckner, Leo J. & Bond L. Guy. (1955). *The Diagnosis and Treatment of Learning Difficulties*. New York : Appleton-Century-Crofts.
- Burger, William F. & Shaughnessy, Michael J. (1985, January). "Characterizing the Van Hiele Levels of Development in Geometry," *Journal for Research in Mathematics Education*. 17(6) : 31-48.
- Charles, Randall I. (1980, January). "Exemplification and Characterization Moves in the Classroom Teaching of Geometry Concepts," *Journal for Research in Mathematics Education*. 11(1) : 10-21.
- Child, Dennis. (1995). *Psychology and the Teacher*. 5th ed. New York : Holt, Rinehart & Winston.
- Clement, Douglas H. & Battista, Michael. (1992). "Geometry and Spatial Reasoning," in *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Edited by Douglas A. Grouws. p. 420-463. New York : The National Council of Mathematics Teachers.
- Cohen, Martin P. & Carpenter, John. (1980, April-June). "The Effect of Non-Example in Geometrical Concept Acquisition," *The International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 11(2) : 259-263.
- Cooney, Thomas J., Davis, Edward J. & Henderson, K.B. (1983). *Dynamics Teaching Secondary School Mathematics*. 2nd ed. Boston : Houghton Mifflin.
- Cooney, Thomas J. & et. al. (1999). *Mathematics, Pedagogy and Secondary Teacher Education*. 2nd ed. Portsmouth, NH. : Reed Elsevier.
- Crowley, Mary L. (1987). "The van Hiele Model of the Development of Geometric Thought," in *Learning and Teaching Geometry : K-12. (Yearbook)*. Edited by Mary Montgomery Linquist & Albert P. Shulie. p. 1-16. Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics.
- Diana, Jordan. (1970, October). "Analysis of Student Teachers' Perception of the Role an Elementary Classroom Teacher," *Dissertation Abstracts International*. 31(4) : 1667A.
- De Cecco, John P. & Crawford, William R. (1974). *The Psychology of Learning and Instruction Educational Psychology*. 2nd ed. p.396-401. Englewood Cliffs, New Jersey :
- Deakin, University. (1990). *The Action Research Planner*. 3rd ed. Edited by Stephen Kemmis & Robin McTaggart. Victoria : Brown Prior Anderson.
- Dick, walter & Carey, Lou. (1985). *The Systematic Design of Instruction*. Glenview, Illinois : Scott, Foresman & Company.

- Dickinson, G.A. (1967). *Geometry*. London : Whitefriars Press.
- Donald, Paige D., et al. (1978). *Elementary Mathematical Methods*. New York : John Wiley & Sons.
- Dunkin, Michael J. & Bidlle, Bruse J. (1974). *The Study of Teaching*. New York : Holt Rinehart & Winston.
- Ferguson, George A. (1971). *Statistical Analysis in Psychology and Education*. 3rd ed. New York : McGraw-Hill.
- Finnel, Linda. (1993, February). "Metacognition and the van Hiele Model of Thinking in Geometry," *Dissertation Abstracts International*. 53(8) : 2722 A – 2723 A.
- Fowler, Anne Mary. (1980, March). "Diagnostic Teaching for Elementary School Mathematics," *Arithmetic Teacher*. : 34-37.
- Furringhetti, Fulvia & Paola, Domingo. (1991, September-December). "The Construction of Didactic Itinerary of Calculus Starting from Students' Concept Image (ages 16-19)," *The International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 22(5) : 719-729.
- Fuys, David., Geddes, Dorothy. & Tischler, Rosamond. (1988). "The Van Hiele Model of Thinking in Geometry among Adolescent," *Journal for Research in Mathematics Education*. *Monograph Number 3*. Reston ,Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics.
- Gibson, Steven. (1985, August). " The Effects of Position of Counterexamples on the Learning of Algebraic and Geometric Conjunctive Concepts," *Dissertation Abstracts International*. 46(02) : 378-A.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York : McGraw-Hill.
- Gunter, Mary Alice., Estes Thomas H. & Schwab, Jan. (1995). *Instruction A Model Approach*. 2nd ed. Needham Heights, Massachusettes : Allyn & Bacon.
- Gustafson, David R. & Frisk, Peter D. (1991). *Elementary Geometry*. 3rd ed. New York : John Wiley & Son.
- Gutierrez, Angel., Jaime, Adela. & Fortuny, Jose M. (1991, May). "An Alternative Paradigm to Evaluate the Acquisitions of the Van Hiele Levels," *Journal for Research in Mathematics Education*. 22(3) : 237-251.

- Happs, John., Mansfield, Helen. & Wheatley, Grayson H. (1992, September). "Estimation and Mental-Imagery Models in Geometry," *Arithmetic Teacher*. 1 : 44-46.
- Hatfield, Mary M., Edwards, Nancy Tanner. & Bitter, Gary G. (1993). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle School*. 2nd ed. Needham Heights, Massachusetts : Allyn & Bacon.
- Hart, Dianne K. (1992, June). "Building Concept Images : Supercalculators and Students' Use of Multiple Representations in Calculus," *Dissertation Abstracts International*. 52(12): 4254-A.
- Harter, Beverly Jo. (1996, April). "Concept Image and Concept Definition for the Topic of the Derivative," *Dissertation Abstracts International*. 56(10) : 3870-A.
- Henderson, David W. *Experiencing Geometry on Plane and Sphere*. (1996). Upper Saddle River, New Jersey : Prentice-Hall.
- Hershkowitz, Rina., Bruckheimer, Maxim. & Vinner, Shlomo. (1987). "Activities with Teachers Based on Cognitive Research," in *Learning and Teaching Geometry : K-12. (Yearbook)*. Edited by Mary Montgomery Linn and Albert P. Shulie. p. 222-235. Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics.
- Houtz, John C. (1973 , April). "Effects of Different Types of Positive and Negative Instances in Learning Nondimensional Concepts," *Journal of Educational Psychology*. 64(2) : 206-211.
- Janvier, Clude., Girardon, Catherine. & Morand, Jean-Charles. (1993). " Mathematical Symbols and Representations," in *Research Ideas for the Classroom : High School Mathematics*. Edited by Patricia S. Wilson. p.79-102. New York : Macmillan.
- Joyce, Bruce. & Weil, Marsha. (1980). *Models of Teaching*. 2nd ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall.
- , (1995). *Models of Teaching*. 5th ed. Needham Heights, Massachusetts : Allyn & Bacon.
- Jurgensen, Ray C., Brown, Richard G. & Jurgensen, John W. (1985). *Geometry*. Boston : Houghton Mifflin .
- Kennedy, Leonard M. (1985, September). "Geomerty - More Than a Holiday Prelude," *Arithmetic Teacher*. 33(1) : 2.
- Kerlinger, Fred N. (1981). *Foundation of Behavioral Research*. 2nd ed. Tokyo : Holt-Saunders Japan.

- Kibler, Robert J., Becker, Larry J. & Miles, David T. (1973). *Behavioral Objectives and Instruction*. Boston : Allyn and Bacon.
- Kruszynski, Eugene. (1968 , November). "Some Thoughts on Practice Teaching," *Dissertation Abstracts International.The Record*. 29(4) : 133-138.
- Kuo-En CHANG & Tsung-Mou Chien. (1996,June). "A Learning System for Correcting Misconceptions in DC Electric Circuit," *Proceeding of the National Science Council, Republic of China. Part D. Mathematics, Science and Technology Education*. 6(1) : 31-37.
- Lin, Cheung Yiu. (1979, January-March). "Imagery in Mathematical Thinking and Learning," *The International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*. 10(1) : 107-111.
- Long, Calvin T. & Detemple, Duane W. (1996). *Mathematical Reasoning for Elementary Teachers*. Reading, Masssachusetts : Addison-Wesley.
- Malaty, George. (1994 , September-October). "Can Young Children Learn Ideas in Geometry ?," *The International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*. 25(5) : 751-758.
- Mangle, S.K. (1987). *Statistics in Psychology and Education*. New Delhi : Tata McGraw-Hill.
- Mayberry, Joanne. (1983, January). "The Van Hiele Levels of Geometric Thought in Undergraduate Preservice Teachers," *Journal for Research in Mathematics Education*. 14(1) : 58-69.
- McAloon, Ann. (1979, November). "Using Questions to Diagnose and Remediation," *Arithmetic Teacher*. 27(3) : 44-48.
- McLeod, Douglas B. (1992). "Research on Affect in Mathematics Education : A Reconceptualization," in *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning.(Yearbook)*. Edited by Douglas A. Grouws. p. 575-596. New York : The National Council of Teachers of Mathematics.
- McLeod, Douglas B. & Ortega, Michele. (1993). "Affective Issues in Mathematics Education," in *Research Ideas for the Classroom : High School Mathematics*. Edited by Patricia S. Wilson. p. 21-36. New York : Macmillan.
- McMillian, James H. (1996). *Educational Research : Fundamental for the Consumer*. 2nd ed. Reston, Virginia : Harper Collins.

- Morrow, Lorna J. (1993). "Geometry through the Standards." in *Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standards : Readings from the Arithmetic Teachers*. Edited by Thomas E. Rowan and Lorna J. Morrow. p. 55-59. Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics.
- Musser, Gary L. & Burger, William F. (1994). *Mathematics for Elementary Teacher : A Contemporary Approach*. 3rd ed. New York : Macmillan.
- Ormrod, Jeanne Ellis. (1995). *Educational Psychology : Principles and Applications*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall.
- Pandiscio, Eric. & Orton, Robert E. (1998, Spring & Summer). "Geometry and Metacognition : An Analysis of Piaget's and van Hiele's Perspectives," *Focus on Learning Problems in Mathematics*. 20(2&3) : 78-87.
- Pimm, David. (1995). *Symbols and Meanings in School Mathematics*. London : Routledge.
- Prevost, Fernand J. (1985, September). "Geometry in the Junior High School," *Mathematics Teacher*. 78(6) : 411-418.
- Rees, Ruth. & George Barr. (1984). *Diagnosis and Prescription in the Classroom : Some Common Maths Problems*. 2nd ed. Glenview, Illinois : Harper & Row.
- Riding, Richard. & Butterfield, Sue. (1990). *Assessment and Examination in the Secondary School*. New York : Chapman and Hall.
- Rothstein, Pamela. (1990). *Educational Psychology*. New York : McGraw-Hill.
- Rowan, Thomas E. (1993). "Spatial Sense : The Geometry Standards in K-8 Mathematics," in *Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standards : Readings from the Arithmetic Teachers*. Edited by Thomas E. Rowan and Lorna J. Morrow. p. 60-64. Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics.
- Schwartz, James E. & Riedesel, Alan C. (1994). *Essential of Classroom Teaching Elementary Mathematics*. Needham Heights, Massachusetts : Allyn and Bacon.
- Senk, Sharon L. (1989, May). "Van Hiele Levels and Achievement in Writing Geometry Proof," *Journal for Research in Mathematics Education*. 20(3) : 309-321.
- Senk, Sharon L. & Hirschhorn, Daniel B. (1990, April). "Multiple Approaches to Geometry : Teaching Similarity," *Mathematics Teacher*. : 274-279.
- Sgroi, Richard J. & Sgroi, Laura Channon. (1993). *Mathematics for Elementary School Teachers Problem-Solving Investigation*. Boston : PWS.

- Shaughnessy, Michael J. & Burger, William F. (1985, September). "Spadework Prior to Deduction in Geometry," *Journal for Research in Mathematics Education*. 78(6) : 419-428.
- Sherard III, Wade H. (1981, January). "Why is Geometric a Basic Skill ?," *Mathematics Teacher*. 74 (1) : 19 – 21.
- Skemp, Richard R. (1979). *The Psychology of Learning Mathematics*. 5th ed. New York : Hazell Watson & Viney.
- Smith, Rolland R. (n.d.) "Three Major Difficulties in the Learning of Demonstrative Geometry," *The Mathematics Teacher*. 33(3) : 99 –134.
- Soltis, Judith M. (1987, May). "Factors Contributing to Thirteen -Year Olds' Interest and Achievement in Writing : A Secondary Analysis of The Fourth National Assessment of Writing," *Dissertation Abstracts International*. 47(11) : 4048-4049 A.
- Sonnabend, Thomas. (1993). *Mathematics for Elementary Teachers : an Interactive Approach*. Orlando, Florida. : Saunders College .
- Suydam, Marilyn. (1985, September). "The Shape of Instruction in Geometry : Some Highlights from Research," *Mathematics Teacher*. 78(6) : 481-485.
- , (1985 , October). "Forming Geometric Concepts," *Arithmetic Teacher*. 32(2) : 26.
- Taylor, Paul Alan. (1969, September). "Concept Learning Using Positive and Negative Instances in Learning the Classification Scheme of Bloom's Taxonomy," *Dissertation Abstracts International*. 29(3) : 1087- A.
- Tennyson, Robert D., Wooley, Ross F. & Merrill, David M. (1972, April). " Exemplar and Nonexemplar Variables Which Produce Correct Concept Classification Behaviour and Specified Classification Errors," *Journal of Educational Psychology*. 63(2) : 144-152.
- Tennyson, Robert D. & Tennyson, L. (1975, December). "Rule Acquisition Design Strategy Variables : Degree of Instance Divergency, Sequence and Instance Analysis," *Journal of Educational Psychology*. 67(6) : 252-859.
- Teppo, Anne. (1991, March). "Van Hiele Levels of Geometric Thought Revisited," *Mathematics Teacher*. 84(3) : 210-217.
- The National Council of Supervisors of Mathematics. (1989, September). "Essential Mathematics for the Twenty – First Century : The Position of the National Council of Supervisors of Mathematics," *Arithmetic Teacher*. 37(1) : 44-46.

- The National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston , Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics
- Thomas, David A. (1991). *Children, Teachers and Mathematics*. 2nd ed. Needham Heights, Massachusetts : Allyn and Bacon.
- (1992). *Teenagers, Teachers, and Mathematics*. Needham Heights, Massachusetts : Allyn and Bacon.
- Thompson, Edward Otis. (1993, February). " Three Methods of Instructional in High School Geometry and the Effects They Have on Achievement, Retention, and Attitude," *Dissertation Abstracts International*. 53(8) : 2724-A.
- Travers, Kenneth J., Dalton, LeRoy C. & Layton, Katherine P. (1987). *Geometry*. River Forest, Illinois : Laidlay Brothers.
- Travers, Robert M. (1977). *Essential of Learning*. 4th ed. New York : Macmillan.
- Toumasis, Charalampos. (1991, November-December). "Geometry is Motion : A Dynamic Approach to the Teaching of School Euclidean Geometry," *The International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*. 22(2) : 229-242.
- Usiskin, Zalman. (1987). "Resolving the Continuing Dilemmas in School Geometry." in Learning and Teaching Geometry , K-12. (Yearbook). Edited by Mary Montgomery Linquist & Albert P.Shulie. p. 17-31. Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics.
- van Hiele, Pierre M. (1984). "The Problem of Insight in Connection with School Children's Insight into the Subject Matter of Geometry," in *English Translation of Selected Writing of Dina van Hiele-Geldof and Pierre M. van Hiele*. Edited by David Fuys, Dorothy Geddes & Rosamond Tischler. Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics.
- van Hiele -Geldof, Dina. (1984). "The Didactics of Geometry in the Lowest Class of Secondary School," In *English Translation of Selected Writing of Dina van Hiele-Geldof and Pierre M. van Hiele*. Edited by David Fuys , Dorothy Geddes & Rosamond Tischler. Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics.
- Vinner, Shlomo. (1983, January-February). "Concept Definition , Concept Image and the Notion of Function," *The International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 14(3) : 293-305.
- Vinner, Shlomo. & Dreyfus, Tommy. (1989, July). "Images and Definitions for the Concept of Function," *Journal for Research in Mathematics Education*. 20(4) : 356-366.

- Vistro, Catherine Palisoc. (1992, December). "Preservice Elementary Teachers Conceptual and Procedural Knowledge of Perimeter, Area , Volume and Surface Area," *Dissertation Abstracts International*. 22(6) : 2059-A.
- Wells, David W., Dalton, Leroy C. & Brunner, Vincent F. (1984). *Using Geometry*. 2 nd ed. River Forest, Illinois : Laidlaw Brothers.
- Wheatley, Grayson H. (1998, Spring & Summer). "Imagery and Mathematics Learning," *Focus on Learning Problems in Mathematics*. 20(2&3) : 65-77.
- Wilder, Raymond L. (1963). *The Foundation of Mathematics*. 7 th ed. New York : John Wiley & Sons.
- William, Carol Gentry. (1995, September). "Using Concepts Maps to Determine Differences in Concept Image of Function Held by Students," in Reform and Traditional Calculus Classes," *Dissertation Abstracts International*. 56(3) : 856-A.
- Wilson, Patricia S. (1990, April). "Understanding Angles : Wedges to Degree," *Mathematics Teacher*. 84(4) : 294-296.
- Wirszup, Izaak. (1976, August). "Breakthrough in the Psychology of Learning and Teaching," in *Space and Geometry : Papers from a Research Workshop*. Edited by J. L. Martin. p.75-97 : Ohio. (ERIC/SMEAC.)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์นิเทศ
และอาจารย์พี่เลี้ยง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญทำหน้าที่ตรวจสอบตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

1. อาจารย์ ดร. ฉวีวรรณ เศวตมัลย์	ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. รองศาสตราจารย์ ดร. สาคร บุญดาว	สาขาศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพร แมลงภู	ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. रेขา อรัญวงศ์	ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ณรงค์สรคักดี	ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์

ผู้เชี่ยวชาญทำหน้าที่ตรวจสอบแบบทดสอบภาพลักษณ์โมโนทัศน์สำหรับนักศึกษาครู

1. รองศาสตราจารย์ ดร. สาคร บุญดาว	สาขาศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
2. รองศาสตราจารย์ ปรีชา เนาว์เย็นผล	สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
3. รองศาสตราจารย์ อุษาวดี จันทรสนธิ	สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

ผู้เชี่ยวชาญทำหน้าที่ตรวจสอบแบบทดสอบภาพลักษณ์โมโนทัศน์สำหรับนักเรียน

1. รองศาสตราจารย์ อุษาวดี จันทรสนธิ	สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
2. อาจารย์วิทยา วาจาบัณฑิตย์	ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์
3. อาจารย์ยงยุทธ ยรรยงเมธ	ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์

ผู้เชี่ยวชาญทำหน้าที่ตรวจสอบแบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์

1. รองศาสตราจารย์ ดร. สากร บุญดาว	สาขาศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพร แผลงภู	ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
3. อาจารย์ ดร. สมเดช บุญประจักษ์	ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ สถาบันราชภัฏพระนคร

ผู้เชี่ยวชาญทำหน้าที่ตรวจสอบแบบประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอน

1. อาจารย์ ดร. สมเดช บุญประจักษ์	ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ สถาบันราชภัฏพระนคร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพร แผลงภู	ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัญญัติ ชำนาญกิจ	ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สถาบันราชภัฏนครสวรรค์
4. อาจารย์ วิทยา วาจาบัณฑิตย์	ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์
5. รองศาสตราจารย์ อุษาวดี จันทร์สนธิ	สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

ผู้เชี่ยวชาญทำหน้าที่สอบแบบทดสอบความรู้ด้านหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. รองศาสตราจารย์ ดร. สากร บุญดาว	สาขาศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
2. รองศาสตราจารย์ อุษาวดี จันทร์สนธิ	สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
3. อาจารย์ ดร. สมเดช บุญประจักษ์	ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ สถาบันราชภัฏพระนคร

อาจารย์นิเทศ สถาบันราชภัฏ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัญญัติ ชำนาญกิจ	ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สถาบันราชภัฏนครสวรรค์

ผู้เชี่ยวชาญทำหน้าที่อาจารย์พี่เลี้ยงและประเมินความสามารถด้านการสอนนักศึกษา

1. อาจารย์ วรณี ศรีรูป	อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนวัดท่าซุด(เจริญศิลป์) อำเภอโคกพระ จังหวัดนครสวรรค์
2. อาจารย์ สุธรรม เหลืองอร่ามวงศ์	อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนวัดท่าทอง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์
3. อาจารย์ สุภัทรา โชติกะคาม	อาจารย์ 2 ระดับ 5 โรงเรียนหนองฉางวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี
4. อาจารย์ จันเพ็ญ คำชัย	อาจารย์ 2 ระดับ 5 โรงเรียนหนองฉางวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี
5. อาจารย์ เรณู ศรีวัฒนพงศ์	อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนบ้านทุ่งนาวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี

**ตาราง 22 โรงเรียน ห้องเรียน และอาจารย์พี่เลี้ยงให้คำปรึกษาและประเมินความสามารถ
ด้านการสอนของนักศึกษาครู**

โรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	ห้องเรียน	ชื่ออาจารย์พี่เลี้ยง	ตำแหน่ง
โรงเรียนที่ 1	โรงเรียนวัดท่าซุด	ม. 2	อาจารย์วรณี ศรีรูป	อาจารย์ 2 ระดับ 7
โรงเรียนที่ 2	โรงเรียนวัดท่าทอง	ม. 2/1 ม. 2/2	อาจารย์สุธรรม เหลืองอร่ามวงศ์	อาจารย์ 2 ระดับ 7
โรงเรียนที่ 3	โรงเรียนบ้านทุ่งนาวิทยา	ม. 2/1 ม. 2/2 ม. 2/3	อาจารย์เรณู ศรีวัฒนพงศ์	อาจารย์ 2 ระดับ 7
โรงเรียนที่ 4	โรงเรียนหนองฉางวิทยา	ม. 2/2 ม. 23 ม. 2/8	อาจารย์สุภัทรา โชติกะคาม อาจารย์จันเพ็ญ คำชัย	อาจารย์ 2 ระดับ 5 อาจารย์ 2 ระดับ 5

ภาคผนวก ข

1. แบบประเมินตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรหาคณิตสำหรับนักศึกษาครู
2. ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรหาคณิตสำหรับนักศึกษาครู และรายละเอียดคำอธิบายตัวแบบและข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญเพื่อปรับปรุงตัวแบบ(ฉบับร่าง)
3. ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรหาคณิตสำหรับนักศึกษาครู และรายละเอียดคำอธิบายตัวแบบ (ฉบับปรับปรุง)
4. ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรหาคณิตสำหรับนักศึกษาครู และรายละเอียดคำอธิบายตัวแบบ (ฉบับสมบูรณ์)

แบบประเมิน

ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู คำชี้แจง โปรดพิจารณาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต สำหรับนักศึกษาครู ตามรายการประเมิน แล้วประเมินว่าตัวแบบมีความเหมาะสมเพียงใด โปรด ภาเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1 กรอบแนวคิด/ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาตัวแบบมีความเหมาะสม					
2 องค์ประกอบของตัวแบบสอดคล้องกับกรอบแนวคิด/ทฤษฎี					
3 ลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ของตัวแบบมีความเหมาะสม					
4 ขั้นตอนต่าง ๆ ของตัวแบบมีความสอดคล้องกัน					
5 กำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนชัดเจน					
6 รายละเอียดแต่ละขั้นตอนสามารถนำไปปฏิบัติได้					
7 วิธีการดำเนินในขั้นที่ผู้วิจัยเตรียมข้อมูลเพียงพอ					
8 วิธีการดำเนินงานในขั้นการให้นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนามเพียงพอ					
9 วิธีการดำเนินงานในขั้นการเตรียมนักศึกษาครูเพียงพอ					
10 กิจกรรมในแต่ละส่วนของการเตรียมนักศึกษาครูชัดเจน					
11 การจัดแบ่งส่วนในการเตรียมนักศึกษาครูมีความเหมาะสม					
12 กิจกรรมในแต่ละส่วนของการเตรียมนักศึกษาครูปฏิบัติได้					

ความคิดเห็นและ/หรือข้อเสนอแนะ.....
.....
.....

แบบประเมินชุดนี้ใช้สำหรับให้
ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรายละเอียดหลัก
ของตัวแบบฉบับร่าง
เกณฑ์การให้คะแนน
มากที่สุด = 5 มาก = 4 ปานกลาง =3
น้อย = 2 น้อยที่สุด =1

ผู้วิจัยเตรียมข้อมูล	ผู้วิจัยเตรียมข้อมูลดังต่อไปนี้ 1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต 2. สำรวจปัญหาจริงและรวบรวมประเด็นปัญหาที่ได้ 3. เตรียมเอกสารช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครูเพื่อเป็นแหล่งค้นคว้าในชั้นการเตรียมนักศึกษาครู								
การเตรียมนักศึกษาครู	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="264 401 396 585"> ส่วนที่ 1 กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน </td><td data-bbox="396 401 1313 585"> ให้นักศึกษาครูปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้คือ 1. สังเกตภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลทั่วไป ® ทดสอบภาพลักษณ์ก่อนเรียน 2. สำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 3. รวมผลสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 4. สรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนตามลำดับมากน้อย </td></tr> <tr> <td data-bbox="264 585 396 921"> ส่วนที่ 2 กิจกรรมเตรียมความรู้พื้นฐาน </td><td data-bbox="396 585 1313 921"> แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูทำการศึกษาเนื้อหาและหลักสูตรเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอน หนังสือเรียนและคู่มือครู) 2. ผู้วิจัยให้ความรู้และนักศึกษาครูทำการศึกษาและอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮิลล์ และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต 2.5 การเขียนแผนการสอน </td></tr> <tr> <td data-bbox="264 921 396 1218"> ส่วนที่ 3 กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข </td><td data-bbox="396 921 1313 1218"> 1. ผู้วิจัยเสนอปัญหาเพื่อให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2. นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของการมีภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนที่มีต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต เสริมด้วยความเห็นของผู้วิจัย 3. นักศึกษาครูนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 4. ผู้วิจัยทำการทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู ® ทดสอบนอกเวลา อย่างละ 3 ชั่วโมง 1 วัน 4.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 4.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู วัดจากความรู้เกี่ยวกับ หลักสูตร วิธีสอน เรขาคณิต </td></tr> <tr> <td data-bbox="264 1218 396 1450"> ส่วนที่ 4 การออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้ </td><td data-bbox="396 1218 1313 1450"> 1. ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน และมอบหมายให้นักศึกษาออกแบบกิจกรรม 2. นักศึกษาครูปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการออกแบบกิจกรรม 3. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศน 4. นักศึกษาครูเสนอกิจกรรมที่ออกแบบ อภิปรายข้อดี ข้อเสียของกิจกรรมที่เสนอ ปรับปรุงแก้ไข 5. นักศึกษาครูนำกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2-3 คน B* </td></tr> </table>	ส่วนที่ 1 กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน	ให้นักศึกษาครูปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้คือ 1. สังเกตภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลทั่วไป ® ทดสอบภาพลักษณ์ก่อนเรียน 2. สำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 3. รวมผลสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 4. สรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนตามลำดับมากน้อย	ส่วนที่ 2 กิจกรรมเตรียมความรู้พื้นฐาน	แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูทำการศึกษาเนื้อหาและหลักสูตรเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอน หนังสือเรียนและคู่มือครู) 2. ผู้วิจัยให้ความรู้และนักศึกษาครูทำการศึกษาและอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮิลล์ และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต 2.5 การเขียนแผนการสอน	ส่วนที่ 3 กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข	1. ผู้วิจัยเสนอปัญหาเพื่อให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2. นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของการมีภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนที่มีต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต เสริมด้วยความเห็นของผู้วิจัย 3. นักศึกษาครูนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 4. ผู้วิจัยทำการทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู ® ทดสอบนอกเวลา อย่างละ 3 ชั่วโมง 1 วัน 4.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 4.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู วัดจากความรู้เกี่ยวกับ หลักสูตร วิธีสอน เรขาคณิต	ส่วนที่ 4 การออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้	1. ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน และมอบหมายให้นักศึกษาออกแบบกิจกรรม 2. นักศึกษาครูปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการออกแบบกิจกรรม 3. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศน 4. นักศึกษาครูเสนอกิจกรรมที่ออกแบบ อภิปรายข้อดี ข้อเสียของกิจกรรมที่เสนอ ปรับปรุงแก้ไข 5. นักศึกษาครูนำกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2-3 คน B*
ส่วนที่ 1 กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน	ให้นักศึกษาครูปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้คือ 1. สังเกตภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลทั่วไป ® ทดสอบภาพลักษณ์ก่อนเรียน 2. สำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 3. รวมผลสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 4. สรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนตามลำดับมากน้อย								
ส่วนที่ 2 กิจกรรมเตรียมความรู้พื้นฐาน	แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูทำการศึกษาเนื้อหาและหลักสูตรเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอน หนังสือเรียนและคู่มือครู) 2. ผู้วิจัยให้ความรู้และนักศึกษาครูทำการศึกษาและอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮิลล์ และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต 2.5 การเขียนแผนการสอน								
ส่วนที่ 3 กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข	1. ผู้วิจัยเสนอปัญหาเพื่อให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2. นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของการมีภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนที่มีต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต เสริมด้วยความเห็นของผู้วิจัย 3. นักศึกษาครูนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 4. ผู้วิจัยทำการทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู ® ทดสอบนอกเวลา อย่างละ 3 ชั่วโมง 1 วัน 4.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 4.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู วัดจากความรู้เกี่ยวกับ หลักสูตร วิธีสอน เรขาคณิต								
ส่วนที่ 4 การออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้	1. ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน และมอบหมายให้นักศึกษาออกแบบกิจกรรม 2. นักศึกษาครูปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการออกแบบกิจกรรม 3. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศน 4. นักศึกษาครูเสนอกิจกรรมที่ออกแบบ อภิปรายข้อดี ข้อเสียของกิจกรรมที่เสนอ ปรับปรุงแก้ไข 5. นักศึกษาครูนำกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2-3 คน B*								
การให้นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนาม	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="264 1472 396 1655"> การทดลองใช้กิจกรรม </td><td data-bbox="396 1472 1313 1655"> 1. นักศึกษาครูเขียนแผนการสอนโดยใช้กิจกรรมที่ออกแบบ C*, ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนจริง ® ทดสอบความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู 3. นักศึกษาครูประเมินการสอนของตนเอง 4. นักศึกษาครูนำข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่มไปปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป </td></tr> <tr> <td data-bbox="264 1655 396 1873"> กิจกรรมประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน </td><td data-bbox="396 1655 1313 1873"> 1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนที่เขียนขึ้น ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนหลังเรียน 2. นักศึกษาครูและผู้วิจัยร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำไปใช้ เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้วิจัย 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง ® ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนหลังเรียนของนักศึกษาครู และทดสอบความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต </td></tr> </table>	การทดลองใช้กิจกรรม	1. นักศึกษาครูเขียนแผนการสอนโดยใช้กิจกรรมที่ออกแบบ C*, ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนจริง ® ทดสอบความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู 3. นักศึกษาครูประเมินการสอนของตนเอง 4. นักศึกษาครูนำข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่มไปปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป	กิจกรรมประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน	1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนที่เขียนขึ้น ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนหลังเรียน 2. นักศึกษาครูและผู้วิจัยร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำไปใช้ เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้วิจัย 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง ® ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนหลังเรียนของนักศึกษาครู และทดสอบความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต				
การทดลองใช้กิจกรรม	1. นักศึกษาครูเขียนแผนการสอนโดยใช้กิจกรรมที่ออกแบบ C*, ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนจริง ® ทดสอบความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู 3. นักศึกษาครูประเมินการสอนของตนเอง 4. นักศึกษาครูนำข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่มไปปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป								
กิจกรรมประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน	1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนที่เขียนขึ้น ® ทดสอบภาพลักษณ์ของนักเรียนหลังเรียน 2. นักศึกษาครูและผู้วิจัยร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำไปใช้ เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้วิจัย 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง ® ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนหลังเรียนของนักศึกษาครู และทดสอบความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต								

A* ประเมินความเป็นไปได้ของตัวแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

B* ประเมินกิจกรรมโดยคณะประเมินซึ่งประกอบด้วย ผู้วิจัย อาจารย์สถาบันราชภัฏ และ อาจารย์พี่เลี้ยง ประจำวิชา

C* ประเมินการเขียนแผนการสอนโดยคณะประเมินชุดเดียวกับ B *

หมายเหตุ

เนื่องจากจะมีส่วนของการวิจัยประกอบ จะใช้ ® กำกับไว้ให้ทราบ

ส่วนของการวิจัยประกอบด้วย

(1) ทดสอบภาพลักษณ์ลักษณ์โน้ตทัศน์ก่อนเรียนของนักศึกษาครู ก่อนเริ่มกิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์

(2) ทดสอบความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการและด้านวิชาชีพครูของนักศึกษาครู หลังจากกิจกรรมการวิเคราะห์ผลกระทบและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข

(3) ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ของนักเรียนก่อนใช้กิจกรรมที่ออกแบบ และทดสอบหลังจากใช้กิจกรรมที่ออกแบบ

(4) ทดสอบความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนในขณะที่นักศึกษาครูทำการสอนจริง

(5) ทดสอบความสามารถด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ของนักศึกษาครู เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ และพื้นที่

(6) ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์หลังเรียนของนักศึกษาครูหลังเสร็จสิ้นการทดลองสอนโดยใช้ตัวแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

รายละเอียดคำอธิบายตัวแบบฉบับร่างมีดังนี้คือ

1. ผู้วิจัยเตรียมข้อมูล

วัตถุประสงค์ คือ ผู้วิจัยจัดเตรียมข้อมูลและเอกสารที่จะใช้จัดกิจกรรมสำหรับนักศึกษาครู และที่จะให้นักศึกษาครูได้ค้นคว้าในขั้นเตรียมครู ได้แก่ เอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนและสำรวจปัญหาดังกล่าวกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียน นักศึกษาครูและครู รวบรวมประเด็นปัญหาที่ได้ และจัดเตรียมเอกสารที่จำเป็นในการให้ความรู้แก่นักศึกษาครูและเพื่อการค้นคว้าศึกษาและอภิปราย

2. การเตรียมนักศึกษาครู

วัตถุประสงค์ คือ การเตรียมตัวนักศึกษาครูให้มีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาเรขาคณิต เรขาคณิตในโรงเรียนมัธยมศึกษา และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม 4 ส่วนดังนี้คือ

ส่วนที่ 1 กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ (ก่อนเริ่มกิจกรรมทำการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตนักศึกษาครู)

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ให้นักศึกษาครูทำกิจกรรมการสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต วินิจฉัย ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและวิเคราะห์หาสาเหตุ ตลอดจนเรียงลำดับความคลาดเคลื่อน โดยให้นักศึกษาปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้คือ

1. สังเกตภาพลักษณ์โน้ตที่คลาดเคลื่อนของตนและของบุคคลทั่วไป
วัตถุประสงค์ ให้นักศึกษาคูได้ศึกษาภาพลักษณ์โน้ตที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของครู นักศึกษาคูและนักเรียน

2. สำนวจวินิจฉัยภาพลักษณ์โน้ตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน
วัตถุประสงค์ ให้นักศึกษาคูได้สำวจวินิจฉัยภาพลักษณ์โน้ตที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของนักเรียนด้วยตนเองเพื่อจะได้ประจักษ์ในปัญหาที่เกิดขึ้นจริง

3. รวบรวมผลสำวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุ
วัตถุประสงค์ ให้นักศึกษารวบรวมผลที่ได้จากการสำวจภาพลักษณ์โน้ตที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของนักเรียน พร้อมทั้งอภิปรายกลุ่ม ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของการมีภาพลักษณ์โน้ตที่คลาดเคลื่อนเพื่อเป็นการฝึกทำงานอย่างมีระบบในการวิเคราะห์สาเหตุ

4. สรุปภาพลักษณ์โน้ตที่คลาดเคลื่อนตามลำดับมากน้อย
วัตถุประสงค์ ให้นักศึกษาคูจัดลำดับภาพลักษณ์โน้ตที่คลาดเคลื่อนพร้อมสาเหตุจากที่คลาดเคลื่อนมากไปน้อยเพื่อคัดเลือกไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมสำหรับนักเรียน

ส่วนที่ 2 กิจกรรมเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาคู

วัตถุประสงค์ เพื่อเตรียมความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิต เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และภาพลักษณ์โน้ตในภาคทฤษฎีให้นักศึกษาคู

ในกิจกรรมนี้เป็นการเตรียมความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับนักศึกษาคู โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ เป็นการศึกษาด้วยตนเองของนักศึกษาคูส่วนหนึ่ง และเป็นการศึกษาและอภิปรายจากข้อมูลที่ผู้วิจัยเตรียม มีขั้นตอนดังนี้คือ

1. นักศึกษาคูทำการศึกษาเนื้อหา เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยตนเองจากชุดการสอนของ โทมัส ไพศาล และศึกษาหลักสูตรเรขาคณิตและวิธีสอน จากหนังสือเรียนและคู่มือครูซึ่งจัดทำโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตร คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) (กำหนดเวลาให้ศึกษา ประมาณ 2 เดือน)

2. ผู้วิจัยให้ความรู้ให้นักศึกษาคูศึกษาและอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้คือ

- 2.1 การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ภาพลักษณ์โน้ตทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์โน้ต
- 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมในแต่ละระดับ
- 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต
- 2.5 การเขียนแผนการสอน

ส่วนที่ 3 กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียหายและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข

วัตถุประสงค์ ให้นักศึกษาได้ประจักษ์ผลเสียหายจากการมีภาพลักษณ์โน้ตที่คลาดเคลื่อนต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต และเสนอวิธีการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

ส่วนที่ 3 นี้เป็นการเสนอปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิตให้นักศึกษาคูแก้ปัญหาและทำการพิสูจน์และวิเคราะห์ผลกระทบของการมีภาพลักษณ์โน้ตที่คลาดเคลื่อนพร้อมทั้งเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข โดยมีลำดับการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ผู้วิจัยเสนอปัญหาเพื่อให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต
 2. นักศึกษาครูอภิปรายผลกระทบของการมีภาพลักษณ์โมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่มีต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต เสริมด้วยความเห็นของผู้วิจัย

3. ศึกษาครูนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
 4. ผู้วิจัยทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู ดังนี้

การทดสอบ 4.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นส่วนหนึ่งและ การนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิตอีกส่วนหนึ่ง

4.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู โดยวัดจาก ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตจากการทดสอบ ข้อ 4.1 และ 4.2 ใช้เวลาทดสอบนอกเวลาอย่างละ 3 ชั่วโมง หลังจากกิจกรรมการวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางและแก้ไข

ส่วนที่ 4 การออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ นักศึกษาครูได้ออกแบบกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสำหรับนักเรียน การออกแบบกิจกรรมมีวิธีดำเนินการดังนี้คือ

1. ผู้วิจัยนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน และมอบหมายให้นักศึกษาแต่ละกลุ่ม ๆ ละ 3 คนออกแบบกิจกรรมสำหรับนักเรียนกลุ่มละ 1 กิจกรรมต่อเนื้อหา 1 เรื่อง

2. นักศึกษาครูปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการออกแบบกิจกรรม(ผู้เชี่ยวชาญเป็นครูอาจารย์ ที่มีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือ ศึกษาในเทศก์ ที่มีประสบการณ์การนิเทศการสอนคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่า 3 ปี)

3. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมเสริมสร้างภาพลักษณ์โมโนทัศน์สำหรับนักเรียน

4. นักศึกษาครูเสนอกิจกรรมที่ออกแบบ อภิปรายข้อดี ข้อเสียของกิจกรรมที่เสนอ ปรับปรุงแก้ไข

5. นักศึกษาครูนำกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2-3 คน

3. การให้นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนาม

วัตถุประสงค์ ตรวจสอบประสิทธิภาพของตัวแบบโดยดูจากสมรรถภาพการสอน โดยให้นักศึกษาครูนำกิจกรรมที่ได้ออกแบบไปทดลองสอนนักเรียนและปรับปรุงแก้ไขจนได้กิจกรรมที่มีประสิทธิภาพ สำหรับการจัดกิจกรรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การทดลองใช้กิจกรรมและการประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน มีรายละเอียดดังนี้คือ

3.1 การทดลองใช้กิจกรรม

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบว่าแผนการสอนและกิจกรรมที่นักศึกษาออกแบบมีประสิทธิภาพในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียน มีลำดับขั้นดังนี้คือ

3.1.1 คณะประเมินซึ่งประกอบด้วย ผู้วิจัย อาจารย์สถาบันราชภัฏ และอาจารย์พี่เลี้ยง เป็นผู้ประเมินกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไข

3.1.2 นักศึกษาครูแต่ละกลุ่มเขียนแผนการสอนและคณะประเมินทำการประเมินแผนการสอน นักศึกษาครูทดลองสอนจริง ทดสอบภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตนักเรียนก่อนสอน ประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอนโดยคณะประเมิน

3.1.3 นักศึกษาครูประเมินการสอนของตนเองและนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไปโดยกำหนดเกณฑ์ไว้ว่าถ้าผลการประเมินพบว่าอยู่ในระดับดีแล้ว ให้นำไปเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการสอนในหัวข้อต่อไปให้ดียิ่งขึ้น แต่ถ้าพบว่ามีข้อบกพร่องให้ปรับปรุงแก้ไขและใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป เมื่อสิ้นสุดการสอนทุกเรื่อง ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตสนักเรียนอีกครั้ง

3.2 การประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์ เพื่อนำผลที่ได้จากการประเมินมาปรับปรุงแผนการสอนที่เขียนขึ้น และอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองใช้กิจกรรมและแผนการสอนที่เขียนขึ้น มีลำดับขั้นตอนดังนี้

- 3.2.1 นักศึกษาครูแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนที่เขียนขึ้น
- 3.2.2 นักศึกษาครูทั้งหมดและผู้วิจัยร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น
- 3.2.3 นักศึกษาครูทั้งหมดอภิปรายวิธีการนำไปใช้ เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้วิจัย
- 3.2.4 นักศึกษาครูแต่ละกลุ่มปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้มีประสิทธิภาพและนำไป

ใช้ได้จริง

ตาราง 21 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงตัวแบบของผู้เชี่ยวชาญ

รายการเดิม	ข้อเสนอแนะ
1. กำหนดส่วนของการวิจัยไว้ในตัวแบบ	ไม่ควรมีส่วนของการวิจัยในตัวแบบ ควรเขียนไว้ในวิธีดำเนินการ
2. คำว่า "ผู้วิจัย" ในตัวแบบ	เพื่อให้เป็นตัวอย่างทั่วไปไม่ควรใช้คำว่า "ผู้วิจัย" ในตัวแบบ ควรใช้ "ผู้สอน" แทน
3. มีส่วนย่อย ๆ หลายส่วนเกินไป	ควรยุบส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 ของขั้นตอนการเตรียมนักศึกษาคูเป็นส่วนเดียวกัน
4. การศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอนของ "โกลม ไฟศาล" สำหรับนักศึกษาคู	ควรให้อิสระแก่นักศึกษาคูในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากเอกสาร ตำราหรือหนังสือเรียนเรขาคณิตทั่วไป ไม่ควรจำกัดเฉพาะชุดการสอนของโกลม ไฟศาล
5. หลักการและเหตุผลยังไม่ชัด	ควรเน้นหลักการเหตุผลและจุดประสงค์ให้ชัดเจน
6. มีรายละเอียดของตัวแบบน้อย	ควรปรับปรุงรายละเอียดในเรื่องการทดสอบให้มากขึ้น
7. การทดสอบหลังเรียนหลังจากสิ้นสุดการทดลองสอนของผู้วิจัย	ควรปรับปรุงลำดับขั้นตอนการทดสอบหลังเรียนจากสิ้นสุดการทดลองของผู้วิจัยเป็นการทดสอบก่อนออกทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาคู เพื่อแก้ไขและปรับปรุงภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนและให้นักศึกษาคูมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้เสียก่อน
8. ลำดับขั้นตอนการออกแบบกิจกรรมของนักศึกษาคู โดยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญก่อนออกแบบกิจกรรม	ควรให้นักศึกษาคูออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการสอนก่อน จึงนำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง
9. หน้าที่ผู้วิจัยขณะที่นักศึกษาคูทดลองสอนภาคสนามไม่ได้ระบุไว้	ควรระบุว่า ผู้วิจัย ทำหน้าที่อะไรในขณะที่นักศึกษาคูทดลองสอนภาคสนาม
10. กิจกรรมการเขียนแผนการสอนเดิมอยู่ ส่วนที่ 2 กิจกรรมเตรียมความรู้พื้นฐาน	ควรเลื่อนกิจกรรมการเขียนแผนการสอนไปอยู่ในส่วนที่ 4 เพื่อความต่อเนื่องของกิจกรรม

การเตรียมข้อมูลของผู้สอน	ผู้สอนเตรียมข้อมูลดังต่อไปนี้ 1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต 2. สสำรวจภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของครู นักศึกษาครู และนักเรียน รวบรวมภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 3. เตรียมเอกสารช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครูเพื่อเป็นแหล่งค้นคว้าในขั้นการเตรียมนักศึกษาครู								
การเตรียมนักศึกษาครู	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="288 438 419 679"> ส่วนที่ 1 นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน </td><td data-bbox="419 438 1346 679"> 1. กิจกรรมสำรวจความสามารถด้านวิชาการของนักศึกษาครูก่อนเรียน ได้แก่ ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2. กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน 2.1 นักศึกษาครูศึกษาภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลอื่นที่ตรวจพบ 2.2 นักศึกษาครูได้รับการแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหา 2.3 นักศึกษาครูสำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 2.4 นักศึกษาครูรวบรวมผลการสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 2.5 นักศึกษาครูสรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย </td></tr> <tr> <td data-bbox="288 679 419 919"> ส่วนที่ 2 ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู </td><td data-bbox="419 679 1346 919"> แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตจากชุดการสอนของ โกลด ไพศาล และหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากหนังสือเรียนและคู่มือครู ในรายวิชาที่มีเนื้อหาเรขาคณิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) 2. ผู้สอนให้ความรู้และอธิบายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต </td></tr> <tr> <td data-bbox="288 919 419 1284"> ส่วนที่ 3 นักศึกษาครูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข </td><td data-bbox="419 919 1346 1284"> 1. กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข มีกิจกรรมย่อยดังนี้คือ 1.1 ให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและพิสูจน์ทางเรขาคณิต 1.2 นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ 1.3 นักศึกษาครูร่วมกันอภิปราย เสนอแนวทางการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 2. กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู มีดังนี้คือ 2.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ ส่วนที่เกี่ยวกับ ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน และการนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากับทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู ส่วนที่เกี่ยวกับ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตหลังเรียนของนักศึกษาครูด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน 3. ผู้สอนซ่อมเสริมเพื่อทำให้ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูให้หมดไป 4. ผู้สอนเสริมความรู้ทางด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ให้นักศึกษาครู จนกระทั่งนักศึกษาครูทุกคนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 </td></tr> <tr> <td data-bbox="288 1284 419 1502"> ส่วนที่ 4 นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้ </td><td data-bbox="419 1284 1346 1502"> 1. ผู้สอนนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนและการเขียนแผนการสอน และมอบหมายให้นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการสอนกลุ่มละ 1 แผน 2. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและแผนการสอนในเนื้อหาที่ใช้ทดลองสอนภาคสนามแล้ว นำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนตามคำแนะนำ 3. ผู้สอนตรวจกิจกรรมและแผนการสอนและให้คำแนะนำ นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 1-3 คน </td></tr> </table>	ส่วนที่ 1 นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน	1. กิจกรรมสำรวจความสามารถด้านวิชาการของนักศึกษาครูก่อนเรียน ได้แก่ ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2. กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน 2.1 นักศึกษาครูศึกษาภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลอื่นที่ตรวจพบ 2.2 นักศึกษาครูได้รับการแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหา 2.3 นักศึกษาครูสำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 2.4 นักศึกษาครูรวบรวมผลการสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 2.5 นักศึกษาครูสรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย	ส่วนที่ 2 ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู	แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตจากชุดการสอนของ โกลด ไพศาล และหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากหนังสือเรียนและคู่มือครู ในรายวิชาที่มีเนื้อหาเรขาคณิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) 2. ผู้สอนให้ความรู้และอธิบายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต	ส่วนที่ 3 นักศึกษาครูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข	1. กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข มีกิจกรรมย่อยดังนี้คือ 1.1 ให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและพิสูจน์ทางเรขาคณิต 1.2 นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ 1.3 นักศึกษาครูร่วมกันอภิปราย เสนอแนวทางการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 2. กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู มีดังนี้คือ 2.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ ส่วนที่เกี่ยวกับ ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน และการนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากับทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู ส่วนที่เกี่ยวกับ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตหลังเรียนของนักศึกษาครูด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน 3. ผู้สอนซ่อมเสริมเพื่อทำให้ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูให้หมดไป 4. ผู้สอนเสริมความรู้ทางด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ให้นักศึกษาครู จนกระทั่งนักศึกษาครูทุกคนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80	ส่วนที่ 4 นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้	1. ผู้สอนนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนและการเขียนแผนการสอน และมอบหมายให้นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการสอนกลุ่มละ 1 แผน 2. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและแผนการสอนในเนื้อหาที่ใช้ทดลองสอนภาคสนามแล้ว นำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนตามคำแนะนำ 3. ผู้สอนตรวจกิจกรรมและแผนการสอนและให้คำแนะนำ นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 1-3 คน
ส่วนที่ 1 นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน	1. กิจกรรมสำรวจความสามารถด้านวิชาการของนักศึกษาครูก่อนเรียน ได้แก่ ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2. กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน 2.1 นักศึกษาครูศึกษาภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลอื่นที่ตรวจพบ 2.2 นักศึกษาครูได้รับการแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหา 2.3 นักศึกษาครูสำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 2.4 นักศึกษาครูรวบรวมผลการสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 2.5 นักศึกษาครูสรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย								
ส่วนที่ 2 ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู	แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตจากชุดการสอนของ โกลด ไพศาล และหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากหนังสือเรียนและคู่มือครู ในรายวิชาที่มีเนื้อหาเรขาคณิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) 2. ผู้สอนให้ความรู้และอธิบายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต								
ส่วนที่ 3 นักศึกษาครูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข	1. กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข มีกิจกรรมย่อยดังนี้คือ 1.1 ให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและพิสูจน์ทางเรขาคณิต 1.2 นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ 1.3 นักศึกษาครูร่วมกันอภิปราย เสนอแนวทางการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 2. กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู มีดังนี้คือ 2.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ ส่วนที่เกี่ยวกับ ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน และการนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากับทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู ส่วนที่เกี่ยวกับ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตหลังเรียนของนักศึกษาครูด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน 3. ผู้สอนซ่อมเสริมเพื่อทำให้ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูให้หมดไป 4. ผู้สอนเสริมความรู้ทางด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ให้นักศึกษาครู จนกระทั่งนักศึกษาครูทุกคนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80								
ส่วนที่ 4 นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้	1. ผู้สอนนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนและการเขียนแผนการสอน และมอบหมายให้นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการสอนกลุ่มละ 1 แผน 2. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและแผนการสอนในเนื้อหาที่ใช้ทดลองสอนภาคสนามแล้ว นำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนตามคำแนะนำ 3. ผู้สอนตรวจกิจกรรมและแผนการสอนและให้คำแนะนำ นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 1-3 คน								
การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="288 1502 419 1655"> นักศึกษาครูทดลองใช้กิจกรรม </td><td data-bbox="419 1502 1346 1655"> 1. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนภาคสนาม โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถด้านการสอน จาก ความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอน 3. นักศึกษาครูปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเองในหัวข้อต่อไปโดยอาศัยผลจากการอภิปรายและข้อเสนอแนะของกลุ่ม 4. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน </td></tr> <tr> <td data-bbox="288 1655 419 1810"> นักศึกษาครูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน </td><td data-bbox="419 1655 1346 1810"> 1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 2. นักศึกษาครูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นไปใช้สอนนักเรียน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมและแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง </td></tr> </table>	นักศึกษาครูทดลองใช้กิจกรรม	1. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนภาคสนาม โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถด้านการสอน จาก ความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอน 3. นักศึกษาครูปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเองในหัวข้อต่อไปโดยอาศัยผลจากการอภิปรายและข้อเสนอแนะของกลุ่ม 4. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน	นักศึกษาครูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน	1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 2. นักศึกษาครูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นไปใช้สอนนักเรียน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมและแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง				
นักศึกษาครูทดลองใช้กิจกรรม	1. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนภาคสนาม โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถด้านการสอน จาก ความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอน 3. นักศึกษาครูปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเองในหัวข้อต่อไปโดยอาศัยผลจากการอภิปรายและข้อเสนอแนะของกลุ่ม 4. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน								
นักศึกษาครูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน	1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 2. นักศึกษาครูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นไปใช้สอนนักเรียน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมและแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง								

ภาพประกอบ ตัวแบบฉบับปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับ นักศึกษาครู(ฉบับปรับปรุง)

จุดประสงค์ เพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

หลักการ จากการศึกษาสำรวจทั้งในต่างประเทศและในประเทศพบว่า นักศึกษาครู ครู และนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาเรขาคณิตซึ่งเป็นพื้นฐานการมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตจะส่งผลต่อการพิสูจน์และการแก้ปัญหาถ้าไม่ได้รับการแก้ไข โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูและนักศึกษาครูซึ่งทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้สู่นักเรียน ถ้าครูหรือนักศึกษาครูมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนแล้วจะส่งผลต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิตของตนเองและยังส่งผลต่อนักเรียนอีกด้วย นอกจากนี้เมื่อนักเรียนมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้นอาจจะไม่สามารถให้ความช่วยเหลือนักเรียนได้ วิธีหนึ่งที่สามารถกระทำได้คือแก้ไขที่ตัวนักศึกษาครูเสียก่อน โดยใช้ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู โดยให้นักศึกษาครูมีประสบการณ์และมีความสามารถในการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเริ่มตั้งแต่ผู้สอนทำการสำรวจข้อมูลพื้นฐานสำหรับนักศึกษาครู จัดกิจกรรมที่ทำให้นักศึกษาครูมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตซึ่งนักศึกษาครูจะต้องมีความรู้เรขาคณิตตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นขึ้นไป รู้จักสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียน วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข โดยการออกแบบกิจกรรมซึ่งอาศัยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่สำรวจพบมาเป็นพื้นฐาน นักศึกษาครูปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในการปรับปรุงกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นและนำไปทดลองสอนนักเรียน มีการประเมินการสอนตนเองและนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ประเมินกิจกรรมและความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการและวิชาชีพครูโดยคณะประเมิน ด้วยวิธีการดังกล่าวจะเสริมสร้างให้นักศึกษาครูมีสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตตามต้องการ

รายละเอียดคำอธิบายตัวแบบที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

มีดังนี้

1. การเตรียมข้อมูลของผู้สอน

วัตถุประสงค์ เพื่อรวบรวมข้อมูลและเอกสารที่จะใช้จัดกิจกรรมสำหรับนักศึกษาครู และให้นักศึกษาครูได้ค้นคว้าในขั้นการเตรียมครูโดยมีขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้คือ

- 1.1 ผู้สอนศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน นักศึกษาครูและครู
- 1.2 ผู้สอนสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตของ นักศึกษาครู นักเรียนและครูใน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- 1.3 ผู้สอนเตรียมเอกสารที่จำเป็นในการให้ความรู้แก่นักศึกษาครูและให้นักศึกษาครูค้นคว้า ศึกษาและอภิปรายเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอน

2. การเตรียมนักศึกษาครู

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ นักศึกษาครูมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาเรขาคณิตตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป และมีความรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 4 ส่วนดังนี้คือ

ส่วนที่ 1 นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ นักศึกษาครูมีประสบการณ์ด้วยตนเองในการสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต สามารถวินิจฉัยภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและวิเคราะห์หาสาเหตุ ตลอดจนเรียงลำดับความคลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย มีขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้คือ

1. กิจกรรมสำรวจความสามารถด้านวิชาการของนักศึกษาครูก่อนเรียน ได้แก่ ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2. กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชน

2.1 นักศึกษาครูศึกษาภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของครู นักศึกษาครูและนักเรียน ซึ่งผู้สอนสำรวจไว้

2.2 นักศึกษาครูได้รับการแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหา

2.3 นักศึกษาครูสำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

2.4 นักศึกษาครูรวบรวมผลสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อน

2.5 นักศึกษาครูสรุปภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย

ส่วนที่ 2 ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ นักศึกษาครูมีความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นขึ้นไป และมีความรู้ในการจัดการเรียนการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ เป็นการศึกษาด้วยตนเองของนักศึกษาครูส่วนหนึ่ง และเป็นการศึกษาและอภิปรายจากข้อมูลให้ผู้สอนเตรียมข้อมูลอีกส่วนหนึ่ง มีขั้นตอนดังนี้คือ

1. นักศึกษาครูทำการศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาด้วยตนเองจากชุดการสอนของ โทมัส ไพศาล และศึกษาหลักสูตรเรขาคณิตและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากหนังสือเรียน และคู่มือครูซึ่งจัดทำโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตร คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) หรือ เอกสารอื่น ๆ (กำหนดเวลาให้ศึกษา ประมาณ 2 เดือน)

2. ผู้สอนให้ความรู้ โดยนักศึกษาครูศึกษาและอภิปรายและทำกิจกรรมในเนื้อหาต่อไปนี้คือ

2.1 การสอนโน้ตชนทางคณิตศาสตร์

2.2 ภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์โน้ตชน

2.3 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิตและพฤติกรรมในแต่ละระดับ

2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต

ส่วนที่ 3 นักศึกษาครูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ นักศึกษาครูได้เห็นผลเสียของการมีภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต และเสนอวิธีการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อน

ของนักเรียนและให้นักศึกษาทุกคนไม่มีภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน ตลอดจนมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาเรขาคณิต หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม มีกิจกรรมย่อยดังนี้คือ

1. กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข มีกิจกรรมย่อยดังนี้

1.1 ผู้สอนเสนอปัญหาเพื่อให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต

1.2 นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของการมีภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนที่มีต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต เสริมด้วยความเห็นของผู้สอน

1.3 นักศึกษาครูนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อน

2. กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนของนักศึกษาครู มีกิจกรรมย่อยดังนี้

2.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นส่วนหนึ่ง และการนำความรู้เรขาคณิตเรื่องความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิตอีกส่วนหนึ่ง

2.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู โดยวัดจาก ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3. กิจกรรมการแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู โดยผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูที่สำรวจพบจากการทดสอบหลังเรียนจนกระทั่งนักศึกษาครูทุกคนไม่มีภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อน

4. กิจกรรมเสริมความรู้ทางด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้นักศึกษาครู โดยที่ผู้สอนจัดสอนเสริมให้ นักศึกษาครูที่ทดสอบหลังเรียนแล้วยังไม่ถึงเกณฑ์จนกระทั่งผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป

ส่วนที่ 4 นักศึกษาครูแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้

วัตถุประสงค์ เพื่อนักให้ศึกษาครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนสำหรับนักเรียน การออกแบบกิจกรรมมีวิธีดำเนินการดังนี้คือ

1. ผู้สอนนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียนและการเขียนแผนการสอน และมอบหมายให้นักศึกษาครูแต่ละกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 3 คนออกแบบกิจกรรมสำหรับนักเรียนหัวข้อละ 1 กิจกรรม

2. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตชนสำหรับนักเรียน และนำกิจกรรมที่ออกแบบปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการปรับปรุงกิจกรรม(ผู้เชี่ยวชาญเป็นครู อาจารย์ ที่มีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่า 3 ปีหรือ ศึกษานิเทศก์ ที่มีประสบการณ์การนิเทศการสอนคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่า 3 ปี) นักศึกษาครูปรับปรุงกิจกรรมและเขียนแผนการสอนสำหรับสอนนักเรียน

3. ผู้สอนตรวจแผนการสอนและให้คำแนะนำ นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอน

4. นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อย กลุ่มละ 1-3 คน

3. การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู

วัตถุประสงค์ เพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โมทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู โดยการแก้ไขภาพลักษณ์โมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูทุกคนให้หมดไป และจัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักศึกษาครูมีสมรรถภาพการสอนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไปแล้วนักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ได้ออกแบบไปทดลองสอนนักเรียนและปรับปรุงแก้ไขจนได้แผนการสอนและกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับการจัดกิจกรรมแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ การทดลองใช้กิจกรรมและการประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน มีรายละเอียดดังนี้คือ

3.1 นักศึกษาครูทดลองใช้กิจกรรม

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักศึกษาครูได้ทดลองสอนโดยใช้แผนการสอนและกิจกรรมที่ตนเองออกแบบขึ้น และสามารถประเมินตนเอง หาข้อบกพร่องและแก้ไขปรับปรุงแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นโดยมีขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้คือ

3.1.1 ทดสอบภาพลักษณ์โมทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบที่ผู้สอนพัฒนาขึ้น

3.1.2 นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนจริง โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถด้านการสอน จาก ความสามารถในการเตรียมการสอน และการดำเนินการสอน (คณะประเมินประกอบด้วย ผู้สอน อาจารย์พี่เลี้ยงในโรงเรียนที่นักศึกษาทดลองสอน และอาจารย์นิเทศสถาบันราชภัฏ รวมทั้งสิ้น 3 คน)

3.1.3 นักศึกษาครูประเมินการสอนของตนเองและนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป โดยกำหนดเกณฑ์ไว้ว่าถ้าผลการประเมินพบว่าอยู่ในระดับดีแล้ว ให้นำไปเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการสอนในหัวข้อต่อไปให้ดียิ่งขึ้น แต่ถ้าพบว่ายังมีข้อบกพร่องให้ปรับปรุงแก้ไขและใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อต่อไป

3.1.4 ทดสอบภาพลักษณ์โมทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียนเมื่อสิ้นสุดการทดลองสอน

3.2 นักศึกษาครูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์ เพื่อนำผลที่ได้จากการประเมินมาปรับปรุงแผนการสอนที่เขียนขึ้น และอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองใช้กิจกรรมและแผนการสอนที่เขียนขึ้น มีลำดับขั้นตอนดังนี้

3.2.1 นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนที่เขียนขึ้น

3.2.2 นักศึกษาครูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น

3.2.3 นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมไปใช้สอนนักเรียนเสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน

3.2.4 นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ได้จริง

การเตรียมข้อมูลของผู้สอน	ผู้สอนเตรียมข้อมูลดังต่อไปนี้	
การเตรียมนักศึกษา	ส่วนที่ 1 นักศึกษาสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน	1. กิจกรรมสำรวจความสามารถด้านวิชาการของนักศึกษาครูก่อนเรียน ได้แก่ ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2. กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์ในทัศน 2.1 นักศึกษาครูสังเกตภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของตนเองและของบุคคลอื่นที่ตรวจพบ 2.2 นักศึกษาครูได้รับการแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาต้น 2.3 นักศึกษาครูสำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 2.4 นักศึกษาครูรวบรวมผลการสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน 2.5 นักศึกษาครูสรุปภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย
	ส่วนที่ 2 ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู	แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ 1. นักศึกษาครูศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตจากชุดการสอนของ โกมด ไพศาลและหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากหนังสือเรียนและคู่มือครู ในรายวิชาที่มีเนื้อหาเรขาคณิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ทรศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) 2. ผู้สอนให้ความรู้และอภิปรายในเนื้อหาต่อไปนี้ 2.1 การสอนในทัศนทางคณิตศาสตร์ 2.2 ภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์ในทัศน 2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮิลล์ และพฤติกรรมแต่ละระดับ 2.4 แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต
	ส่วนที่ 3 นักศึกษาครูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข	1. กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข มีกิจกรรมย่อยดังนี้คือ 1.1 ให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและพิสูจน์ทางเรขาคณิต 1.2 ให้นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อนต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ 1.3 นักศึกษาครูร่วมกันอภิปราย เสนอแนวทางการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์ในทัศนที่คลาดเคลื่อน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 2. กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนของนักศึกษาครู มีดังนี้คือ 2.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ ส่วนที่เกี่ยวกับ ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วัดด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน และการนำความรู้เรขาคณิตเรื่องรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการและพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต 2.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู ส่วนที่เกี่ยวกับ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตหลังเรียนของนักศึกษาครูด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน 3. ผู้สอนซ่อมเสริมเพื่อทำภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูให้หมดไป 4. ผู้สอนเสริมความรู้ทางด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ให้แก่นักศึกษาครู จนกระทั่งนักศึกษาครูทุกคนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80
	ส่วนที่ 4 นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้	1. ผู้สอนนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนและการเขียนแผนการสอน และมอบหมายให้นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและเขียนแผนการสอนกลุ่มละ 1 แผน 2. นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและแผนการสอนในเนื้อหาที่ใช้ทดลองสอนภาคสนามแล้ว นำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนตามคำแนะนำ 3. ผู้สอนตรวจกิจกรรมและแผนการสอนและให้คำแนะนำ นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 1-3 คน
การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู	นักศึกษาครูทดลองใช้กิจกรรม	1. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนเรียน 2. นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงไปใช้ทดลองสอนภาคสนาม โดยมีผู้สอนและคณะประเมินเป็นผู้ประเมินความสามารถด้านการสอน จาก ความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอน 3. นักศึกษาครูปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเองให้ดีขึ้นโดยอาศัยผลจากการอภิปรายและข้อเสนอแนะของกลุ่ม 4. นักศึกษาครูทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน 5. นักศึกษาครูทบทวนและสอนซ่อมเสริมให้นักเรียน
	นักศึกษาครูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน	1. นักศึกษาครูนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 2. นักศึกษาครูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น 3. นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นไปใช้สอนนักเรียน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน 4. นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมขั้นสุดท้ายเพื่อให้ได้กิจกรรมและแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง

ภาพประกอบ ตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู (ฉบับสมบูรณ์)

รายละเอียดคำอธิบายตัวแบบฉบับสมบูรณ์

มีดังต่อไปนี้

1. การเตรียมข้อมูลของผู้สอน

ผู้สอนศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต จัดเลือกข้อสอบที่จะใช้ในการสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต สำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตของนักเรียน รวบรวมภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อน และเตรียมเอกสารช่วยเสริมสร้างภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู

2. การเตรียมนักศึกษาครู

ดำเนินการสอนนักศึกษาครูตามลำดับขั้นตอนตามตัวแบบ การเตรียมนักศึกษาครู มีกิจกรรมที่สำคัญ 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต

1.1 กิจกรรมสำรวจความสามารถด้านวิชาการของนักศึกษาครูก่อนเรียน ได้แก่

1.1.1 ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต โดยใช้แบบทดสอบ

ภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต สัมภาษณ์ประกอบเพื่อค้นหาว่าการตอบของนักศึกษาครูมีเหตุผลในการเลือกคำตอบอย่างไร เดาคำตอบหรือไม่ การเดาคำตอบไม่ถือว่าผู้ตอบมีภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อน ลักษณะภาพลักษณ์โน้ตชนคลาดเคลื่อนได้แก่ เข้าใจผิด เข้าใจคลาดเคลื่อน ไม่เข้าใจ

1.1.2 ทดสอบความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยแบบ

ทดสอบเนื้อหาเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อหาจำนวนนักศึกษาที่มีความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป

1.2 กิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชน มีกิจกรรมย่อย ๆ ดังนี้คือ

1.2.1 นักศึกษาครูศึกษาภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

นักศึกษาครูและครู ที่ผู้สอนสำรวจพบ ต่อจากนั้นผู้สอนนำเสนอภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนของตัวนักศึกษาครู นักศึกษาครูศึกษาภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อนของตนเอง ผู้สอนและนักศึกษาครูช่วยกันอภิปรายผลและแก้ไขให้ถูกต้อง

1.2.2 ผู้สอนแบ่งนักศึกษาครูออกเป็นกลุ่มย่อย 10 กลุ่มละ 2-3 คน โดย

มอบหมายให้แต่ละกลุ่มไปสำรวจเพื่อค้นหาภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะทดลองสอนภาคสนาม ในโรงเรียนที่เปิดสอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เคยเรียนเนื้อหานี้มาแล้ว โดยกำหนดให้สำรวจนักเรียนกลุ่มละ 10 คน โดยผู้สอนให้ข้อเสนอแนะวิธีการสำรวจ การวินิจฉัยเพื่อค้นหาภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนและแบบทดสอบที่นักศึกษาครูจะใช้ประกอบการสำรวจ แบบทดสอบจะถูกแยกเป็นแบบทดสอบย่อย แยกคำถามเป็นพวงๆตามเนื้อหา ไม่ปะปนกัน

1.2.3 นักศึกษาครูสำรวจวินิจฉัยภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

1.2.4 นักศึกษาครูรวบรวมผลสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิด

ภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนแล้วนำผลที่ได้มารายงานและร่วมกันอภิปราย สรุปภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย

ส่วนที่ 2 ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู

มี 2 ขั้นตอนดังนี้คือ

2.1 ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาครูทุกคนศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตจากชุดการสอนของ โทมัส ไพศาล หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจาก หนังสือเรียนและคู่มือครู ในรายวิชาที่บรรจุเนื้อหาเรขาคณิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และเอกสารอื่น ๆ

2.2 ผู้สอนให้ความรู้นักศึกษาครู นักศึกษาครูร่วมอภิปรายและทำกิจกรรมในเนื้อหาต่อไปนี

2.2.1 การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2.2.2 ภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตและกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์มโนทัศน์

2.2.3 ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ

2.2.4 แนวการสอนและตัวอย่างเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต

ส่วนที่ 3 นักศึกษาครูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข

มีกิจกรรมย่อยดังนี้

3.1 กิจกรรมวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มีกิจกรรมย่อยดังนี้คือ

3.1.1 นักศึกษาครูแก้ปัญหาและพิสูจน์ทางเรขาคณิต แล้วตรวจคำตอบ ให้นักศึกษาครูสังเกตคำตอบของตนเองและของเพื่อน โดยหาเหตุผลประกอบอธิบายว่าเหตุใดนักศึกษาบางคนจึงไม่สามารถแก้ปัญหาและไม่สามารถพิสูจน์ได้ และเหตุใดบางคนจึงสามารถแก้ปัญหาและสามารถพิสูจน์ได้

3.1.2 นักศึกษาครูอภิปรายผลเสียของภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนต่อการแก้ปัญหาและการพิสูจน์

3.1.3 นักศึกษาครูร่วมกันอภิปรายนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้วิจัย

3.2 กิจกรรมทดสอบสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ของนักศึกษาครู มีกิจกรรมย่อยดังนี้

3.2.1 ความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน ความสามารถในการนำความรู้เรขาคณิตไปแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต โดยใช้แบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์

3.2.2 ความสามารถทางวิชาชีพครู วัดจากความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.2.3 ทดสอบภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครูด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน

3.2.4 ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน

3.3 ผู้สอนซ่อมเสริมเพื่อให้ภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครูที่พบจากการทดสอบหลังเรียน จนนักศึกษาครูที่เคยมีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไม่มีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่

3.4 ผู้สอนเสริมความรู้แก่นักศึกษาครูด้านการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอน ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้สอนจัดสอนเสริมให้เฉพาะ นักศึกษาครูที่ทดสอบหลังเรียนแล้วยังไม่ถึงเกณฑ์ จนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป มีการจัดกิจกรรมดังนี้

ส่วนที่ 4 นักศึกษาครูการออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้

มีกิจกรรมย่อยดังนี้

4.1 ผู้สอนนำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมและกิจกรรมตัวอย่างในการเสริมสร้างภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียนและการเขียนแผนการสอน และมอบหมายให้นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและแผนการสอน กลุ่มละ 1 แผน ผู้สอนตรวจและให้ข้อเสนอแนะ นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.2 นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมการสอนและเขียนแผนการสอนในเนื้อหาที่จะทดลองสอนภาคสนามและนำกิจกรรมและแผนการสอนปรึกษาผู้เชี่ยวชาญถึงแนวทางในการปรับปรุงและปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4.3 ผู้สอนตรวจแผนการสอนและให้คำแนะนำเพิ่มเติม นักศึกษาครูปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมตามคำแนะนำของผู้สอน หลังจากนั้นให้นักศึกษาครูนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองสอนนักเรียนกลุ่มย่อยกลุ่มละ 1-3 คน นักศึกษาครู แต่ละกลุ่มปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมและแผนการสอนครั้งสุดท้าย

3. การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู

การทดลองภาคสนามของนักศึกษาครู แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ การทดลองใช้กิจกรรมและการประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ซึ่งมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 นักศึกษาครูทดลองใช้กิจกรรม

ผู้สอนนำนักศึกษาครูออกทดลองสอนภาคสนาม โดยให้นักศึกษาครูดำเนินการดังนี้

3.1.1 ทดสอบนักเรียนก่อนเรียน ก่อนทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู ทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตด้วยแบบทดสอบที่ผู้สอนพัฒนาขึ้น

3.1.2 สอนตามแผนการสอน หลังจากการทดลองสอนแต่ละสัปดาห์ นักศึกษาครู แต่ละกลุ่มนำเสนอปัญหาและอุปสรรคและให้ข้อเสนอแนะแก่เพื่อนนักศึกษาครูด้วยกันและรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้สอนและปรับปรุงการสอนในสัปดาห์ต่อไป

3.1.3 ทดสอบนักเรียนหลังเรียน หลังสิ้นสุดการทดลองสอนภาคสนาม นักศึกษาครู ทดสอบหลังเรียนนักเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียนและนำเสนอผลการสอนและการทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิตของนักเรียนโดยมีการอภิปรายร่วมกันพร้อมข้อเสนอแนะ แล้วแต่ละกลุ่ม นำแผนการสอนไปปรับปรุงอีกครั้งเพื่อให้ได้แผนการสอนที่สามารถนำไปสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.4 ประเมินสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์ในทัศนของนักศึกษาครู

ในระหว่างที่นักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนาม คณะประเมินทำการนิเทศการสอนและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด และมีการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนและการดำเนินการสอน โดยคณะประเมิน นอกจากนี้มีการสอบวัดความสามารถด้านต่าง ๆ ภายหลังการทดลองสอนดังนี้

3.1.4.1 สอบวัดความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการ วัดจาก ความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน ความสามารถในการนำความรู้

เรขาคณิตไปแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต โดยใช้แบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ที่ผู้สอนพัฒนาขึ้น

3.1.4.2 สบวัดความสามารถทางวิชาชีพครู วัดจากความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้สอน

3.1.4.3 ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักศึกษาครูด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน

3.1.4.4 ทดสอบความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน

3.2 นักศึกษาครูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน

เพื่อให้ นักศึกษาครูสามารถปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเองให้เหมาะสมยิ่งขึ้น หลังจากสิ้นสุดการทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู ผู้สอนจึงได้จัดกิจกรรมให้แก่ นักศึกษาดังนี้

3.2.1 ให้นักศึกษาครูทุกกลุ่มนำเสนอผลการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น เพื่อประเมินว่าเมื่อให้นักเรียนดำเนินการตามกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นได้ผลอย่างไร

3.2.2 นักศึกษาครูและผู้สอนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองใช้กิจกรรมที่ออกแบบขึ้น โดยประเมินตนเองทุกขั้นตอนตั้งแต่การเขียนแผนการสอน การดำเนินการสอน ความเหมาะสมของกิจกรรม และความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนของกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น

3.2.3 นักศึกษาครูอภิปรายวิธีการนำแผนการสอนและกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นไปใช้สอนนักเรียน เสริมด้วยความคิดเห็นของผู้สอน

3.2.4 ให้นักศึกษาครูทุกกลุ่มนำแผนการสอนไปปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนและกิจกรรมเป็นครั้งสุดท้าย เพื่อให้ได้กิจกรรมและแผนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้จริง ทั้งนี้ให้แต่ละกลุ่มนำแผนการสอนและกิจกรรมที่แก้ไขมาให้ผู้สอนตรวจสอบเป็นระยะ

ภาคผนวก ค

เครื่องมือในการวิจัย

1. แบบสำรวจในขั้นการเตรียมข้อมูลของผู้วิจัย
 - 1.1 แบบทดสอบภาพลักษณ์นิทัศน์พื้นฐานทางเรขาคณิต ชุดที่ 1 และชุดที่ 2
 - 1.2 แบบทดสอบภาพลักษณ์นิทัศน์เรื่อง ความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน และมุม-ด้าน-มุม
2. แบบสำรวจภาพลักษณ์นิทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3 (เป็นแบบสำรวจที่นักศึกษาคูใช้สำรวจและวินิจฉัยภาพลักษณ์นิทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน)
3. แบบทดสอบภาพลักษณ์นิทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาคู
4. แบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์สำหรับนักศึกษาคู
5. แบบทดสอบวัดความรู้เรื่อง หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
6. แบบประเมินการเตรียมการสอน
7. แบบประเมินการดำเนินการสอน
8. แบบทดสอบภาพลักษณ์นิทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน

แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตส์พื้นฐานทางเรขาคณิต(ชุดที่ 1)

คำชี้แจง

แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยใช้ทดสอบประกอบ
การสัมภาษณ์ เพื่อหาภาพลักษณ์โน้ตส์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนซึ่ง
เป็นมโนทัศน์พื้นฐานทางเรขาคณิตของนักเรียน นักศึกษาครู และ ครู

แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตส์พื้นฐานทางเรขาคณิต(ชุดที่ 1)

สถานภาพผู้ตอบ

โปรดกาเครื่องหมาย ☒ ลงในช่อง ☐ ซึ่งเป็นจริงตรงกับตัวท่าน และเติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดไว้ให้

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. สถานะในปัจจุบัน

☐ เป็นนักเรียนชั้น.....(โปรดระบุ)

☐ เป็นนักศึกษาครูชั้นปีที่..... (โปรดระบุ)

☐ เป็นครูผู้สอนชั้น.....(โปรดระบุ)

3. ชื่อสถานศึกษา.....(โปรดระบุ)

อำเภอ.....จังหวัด.....

คำชี้แจง

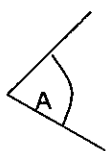
1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดมโนทัศน์ภาพลักษณ์ทางเรขาคณิต ในแต่ละข้ออาจจะมีจำนวนตัวเลือกไม่เท่ากัน ให้ผู้ตอบเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

2. ผลจากการทดสอบจะไม่มีผลต่อผู้สอบแต่อย่างใด ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้ไปพัฒนารูปแบบการสอนภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตเท่านั้น

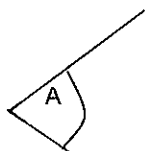
3. ขอให้ผู้ตอบอ่านคำถามและเลือกคำตอบอย่างตั้งใจ

4. ไม่มีการกำหนดเวลาในการทดสอบ ผู้ตอบสามารถใช้เวลาได้อย่างเต็มที่ในการตอบ

1. จากรูปที่กำหนดให้ข้อใดถูกต้อง



รูป(a)



รูป(b)

- ก. มุม A ในรูป (a) มีขนาดเล็กกว่ามุม A ในรูป (b)
 ข. มุม A ในรูป (a) มีขนาดเท่ากับมุม A ในรูป (b)
 ค. มุม A ในรูป (a) มีขนาดใหญ่กว่ามุม A ในรูป (b)

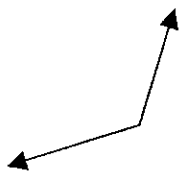
2. จากรูปต่อไปนี้รูปใดบ้างเป็นมุมฉาก



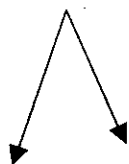
(a)



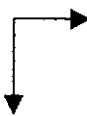
(b)



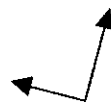
(c)



(d)



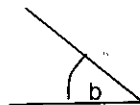
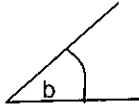
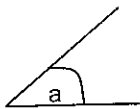
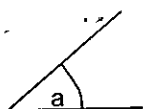
(e)



(f)

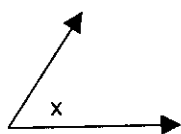
- ก. รูป (a) ข. รูป (a) และ รูป (e) ค. รูป (a), รูป (e) และ รูป (f)

3. จากรูปที่กำกับด้วยอักษรที่กำหนดให้ ข้อใดถูกต้อง

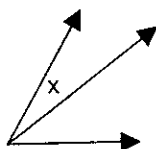


- ก. มุม a เท่ากับมุม a ข. มุม b เท่ากับมุม b ค. มุม a ไม่เท่ากับมุม a
 ง. มุม b ไม่เท่ากับมุม b จ. ข้อ ก. และ ข้อ ข

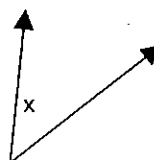
4. รูปที่กำกับด้วยอักษร x รูปใดไม่ใช่มุม



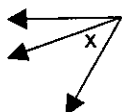
(a)



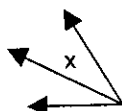
(b)



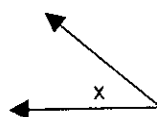
(c)



(d)



(e)



(f)

ก. รูป (a), (b), (d)

ข. รูป (b), (e), (f)

ค. รูป (b), (c), (d)

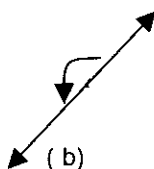
ง. รูป (b), (d), (e)

จ. ทุกข้อไม่ใช่มุม

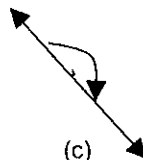
5. มุมต่อไปนี้มุมใดบ้างเป็นมุมตรง



(a)



(b)



(c)



(d)

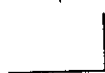
ก. รูป (a)

ข. รูป (b)

ค. รูป (c)

ง. ทุกรูปเป็นมุมตรง

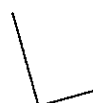
6. มุมต่อไปนี้มุมใดบ้างที่เป็นมุมฉาก



(a)



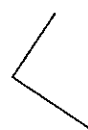
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



(i)

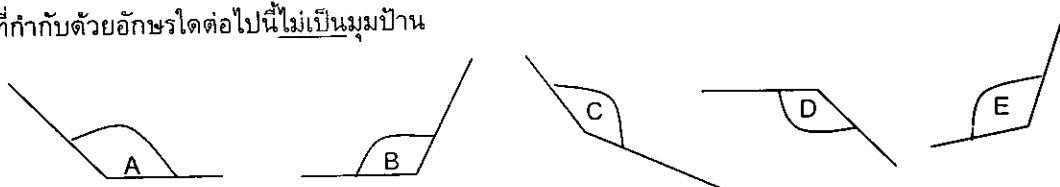
ก. รูป (a) และ (d)

ข. รูป (a), (d) และ (f) ค. รูป (a), (b) และ (d)

ง. รูป (a), (b), (d) และ (e)

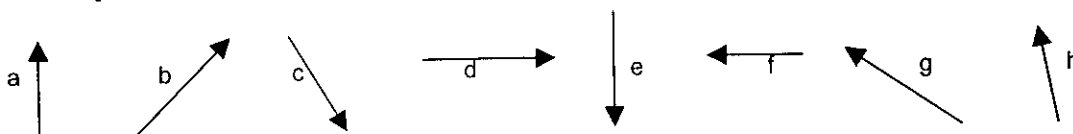
จ. ทุกรูปเป็นมุมฉาก

7. มุมที่กำกับด้วยอักษรใดต่อไปนี้ไม่เป็นมุมป้าน



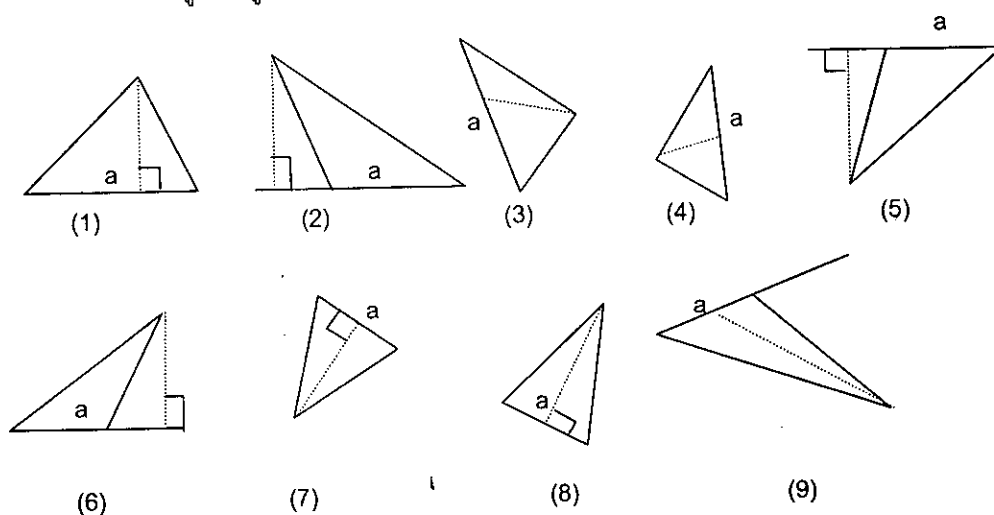
- ก. A และ B ข. A และ D
ค. C และ D ง. C และ E
จ. ทุกข้อเป็นมุมป้าน

8. รูปต่อไปนี้รูปใดบ้างเป็นรังสี



- ก. รูป a และ d ข. รูป d และ f
ค. รูป a และ e ง. รูป e และ f
จ. ทุกรูปเป็นรังสี

9. เส้นประในข้อใดเป็นส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมที่ลากไปยังด้าน a



- ก. รูป(1) และ (5) ข. รูป(1), รูป (2) และ รูป (5)
ค. รูป(1), รูป (7) และ รูป (8) ง. รูป(1), รูป (2), รูป (5), รูป(6), รูป (7) และ (8)

10. มุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยมเป็นมุมชนิดใด

- ก. มุมแหลม ข. มุมฉาก ค. มุมป้าน
ง. มุมแหลมหรือมุมป้าน จ. มุมแหลม หรือ มุมป้าน หรือ มุมฉาก

11. จากรูปแสดงความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยม

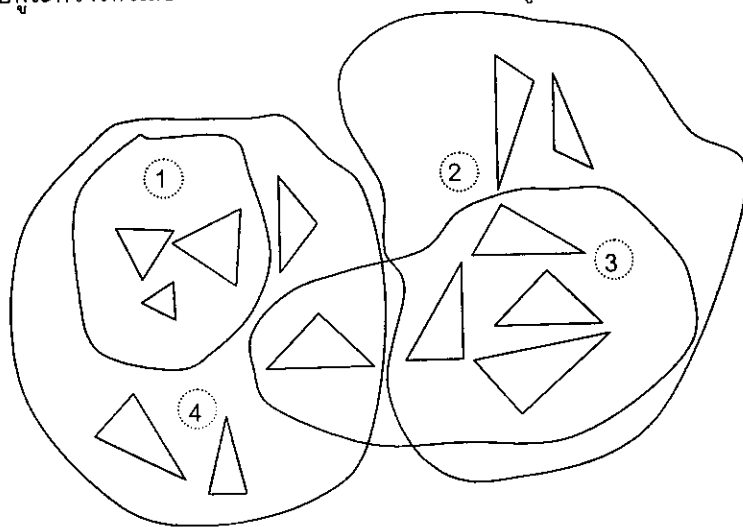
กำหนดให้ A แทน สามเหลี่ยมด้านเท่า

B แทนสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า

C แทนสามเหลี่ยมมุมฉาก

D แทนสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

ถ้าจับคู่ระหว่างตัวเลขที่กำหนดให้กับตัวอักษรแล้วข้อใดถูกต้อง



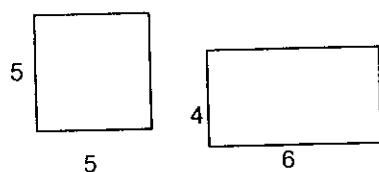
ก.1 คู่กับ B, 2 คู่กับ A, 3 คู่กับ C และ 4 คู่กับ D

ข.1 คู่กับ A, 2 คู่กับ B, 3 คู่กับ D และ 4 คู่กับ C

ค.1 คู่กับ C, 2 คู่กับ D, 3 คู่กับ B และ 4 คู่กับ A

ง.1 คู่กับ A, 2 คู่กับ B, 3 คู่กับ C และ 4 คู่กับ D

12. กำหนดรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 2 รูปดังรูป ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง



ก. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม A เท่ากับพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม B

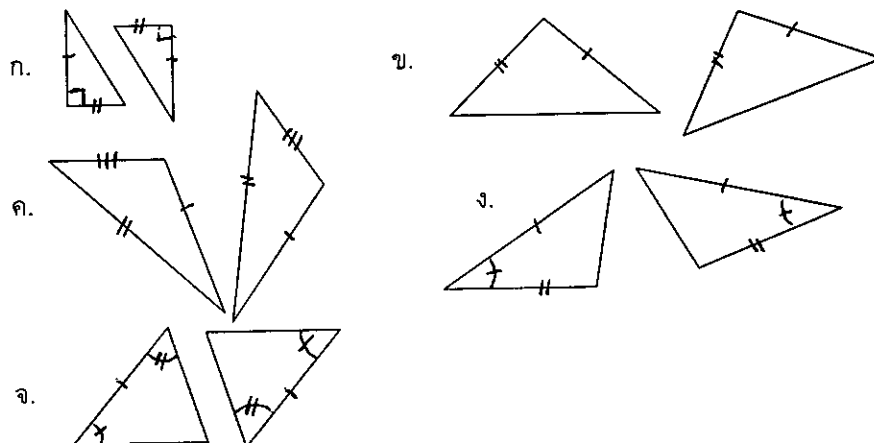
ข. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม A เท่ากับเส้นรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม B

ค. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม A น้อยกว่าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม B

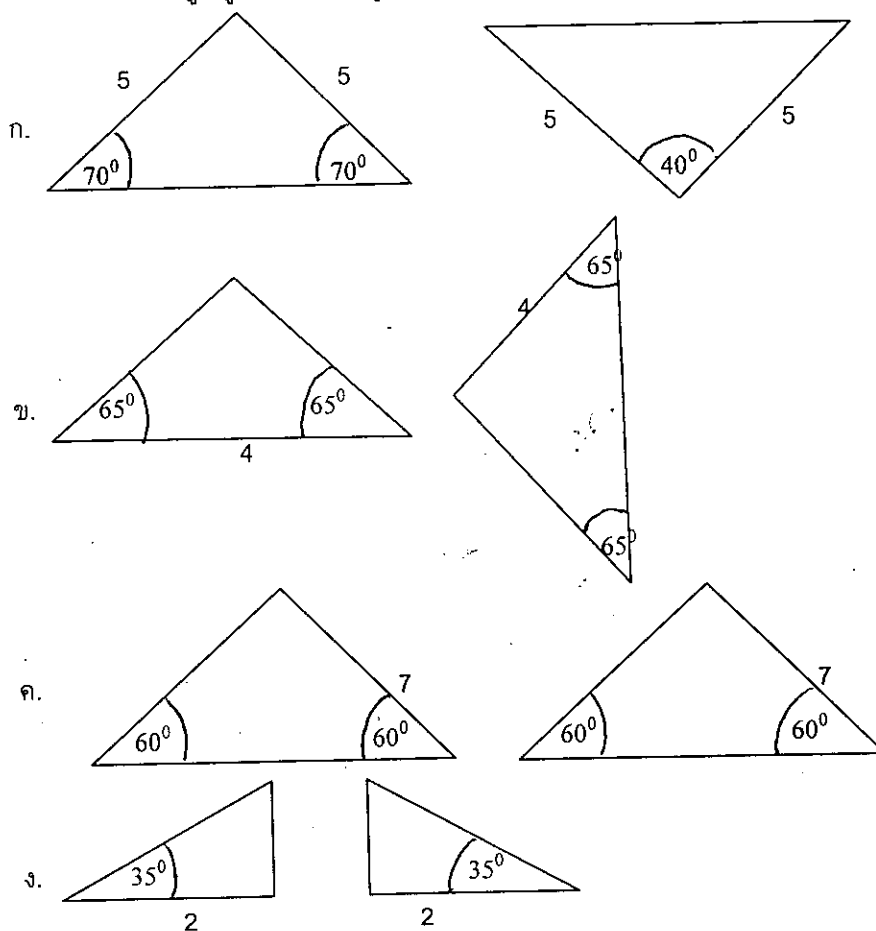
ง. เส้นรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม A มากกว่าเส้นรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม B

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

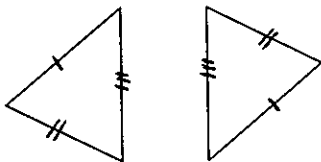
13. จากรูปที่กำหนดให้แต่ละคู่ คู่ใดไม่สามารถสรุปได้ว่าเป็นสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ



14. จากรูปที่กำหนดให้แต่ละคู่ รูปสามเหลี่ยมคู่ใดไม่จำเป็นต้องเท่ากันทุกประการ



15. สามเหลี่ยมสองรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เป็นสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ จากสมบัติใด



ก. ด.ม.ด.

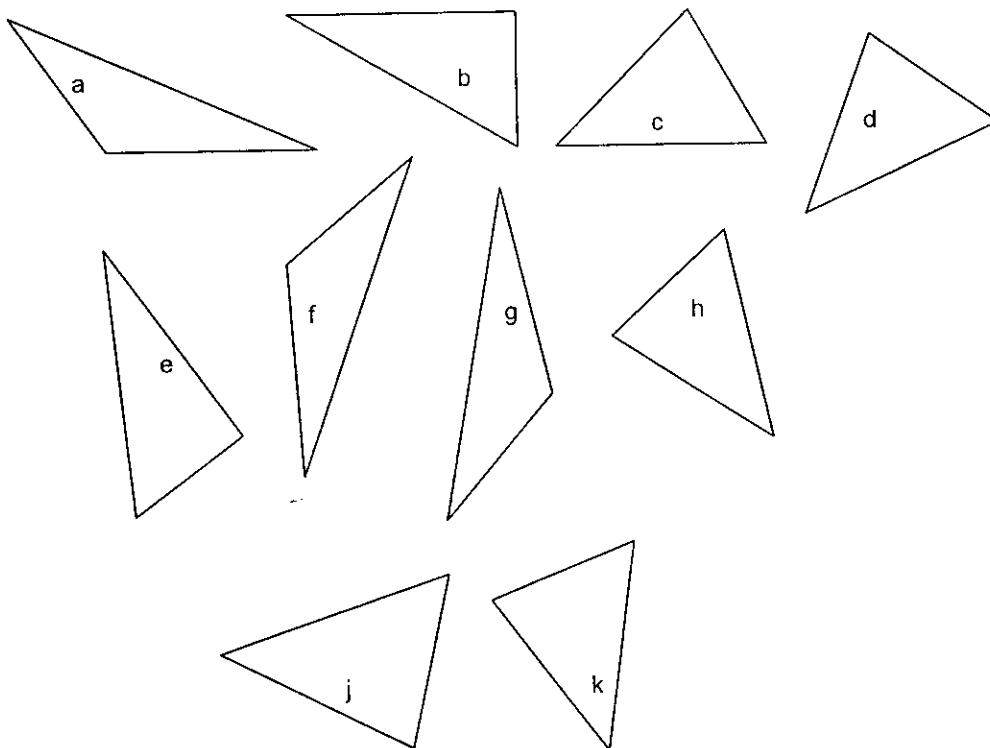
ข. จ.ด.ด.

ค. ม.ด.ม.

ง. ด.ด.ด.

จ. ถูกทุกข้อยกเว้นข้อ ข

16. รูปต่อไปนี้รูปใดบ้างที่เท่ากันทุกประการ



ก. รูป a , f และ g

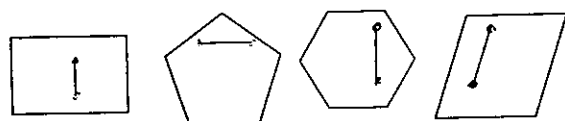
ข. รูป b และ e

ค. รูป c , h และ k

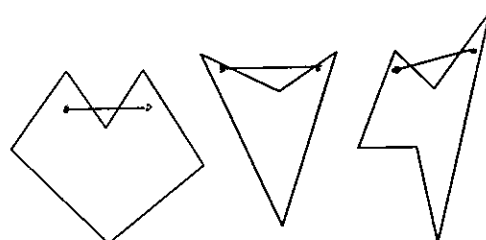
ง. รูป c , d , h และ k

จ. รูป a , b และ d

จงสังเกตตัวอย่างต่อไปนี้

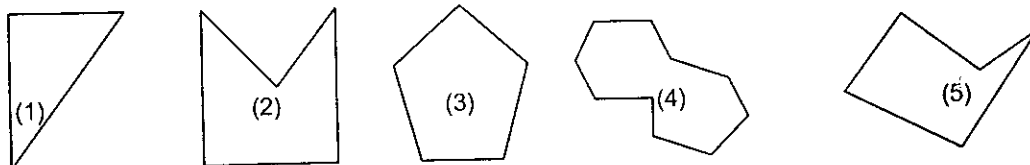


รูปหลายเหลี่ยมขนาน



รูปหลายเหลี่ยมเว้า

กำหนดรูปดังนี้จึงตอบคำถามข้อ 17-18



17. ข้อใดเป็นรูปหลายเหลี่ยมขนาน

ก. รูป (1) และรูป (3)

ข. รูป (4) และรูป (5)

ค. รูป (2) และ รูป (3)

ง. รูป (1), รูป (2) และ รูป (3)

18. ข้อใดเป็นรูปหลายเหลี่ยมเว้า

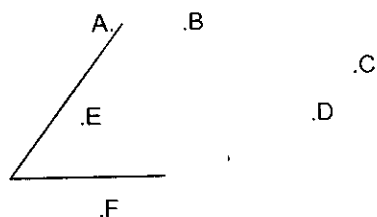
ก. รูป (1)

ข. รูป (2), (5)

ค. รูป (1) และ (3)

ง. รูป (2), (4), (5)

19. จากรูปจุดใดไม่อยู่ภายในมุม



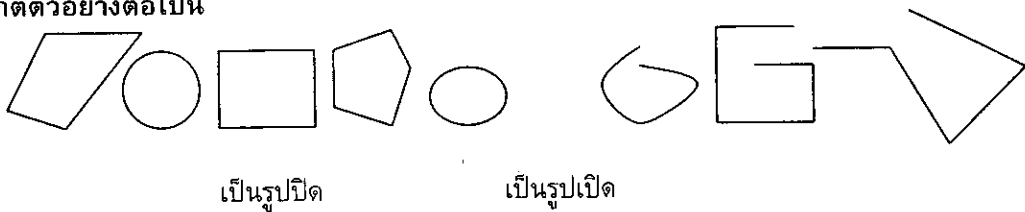
ก. B, C, D

ข. A, F

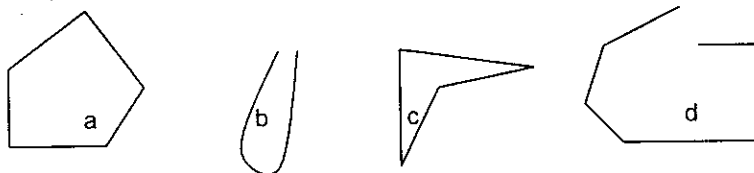
ค. A, F, B, C, D

ง. A, D, F

จงสังเกตตัวอย่างต่อไปนี้



กำหนดรูปและอักษรกำกับดังนี้



จงตอบคำถาม ข้อ 20 - 21

20. รูปใดเป็นรูปปิด

ก. รูป a

ข. รูป c

ค. รูป a , c

ง. รูป b , d

21. รูปใดเป็นรูปเปิด

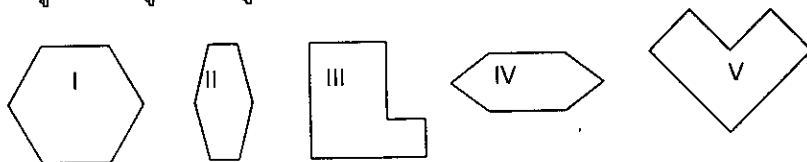
ก. รูป a

ข. รูป c

ค. รูป a , c

ง. รูป b , d

22. รูปต่อไปนี้รูปใดเป็นรูปหกเหลี่ยม



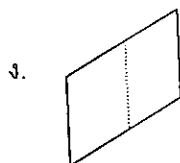
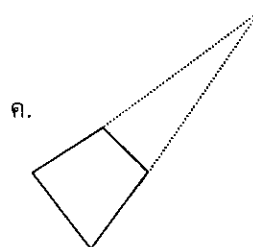
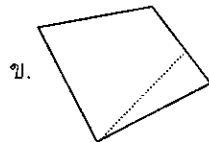
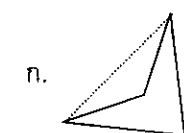
ก. รูป I

ข. รูป I และ II

ค. รูป I , II และ IV

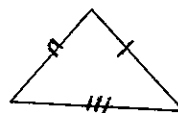
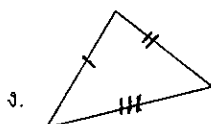
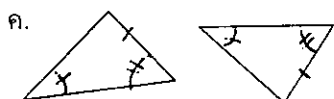
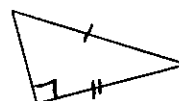
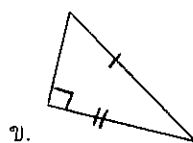
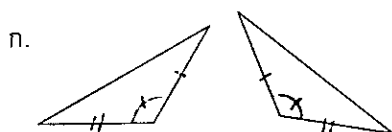
ง. ทุกรูปเป็นรูปหกเหลี่ยม

29. เส้นประข้อใดแสดงเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม



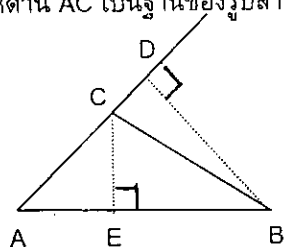
จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

30. สามเหลี่ยมข้อใดไม่เท่ากันทุกประการ



จ. ทุกข้อเป็นรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ

31. กำหนดให้ด้าน AC เป็นฐานของรูปสามเหลี่ยม ABC ส่วนของเส้นตรงใดแสดงส่วนสูง ของรูป $\triangle ABC$



ก. $\overline{CD}$

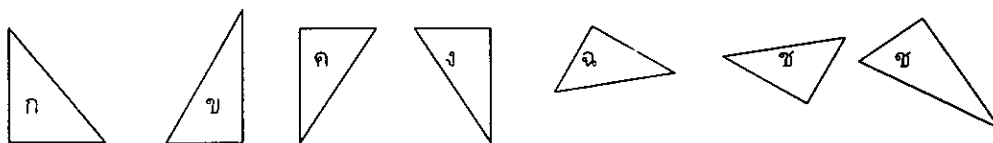
ข. $\overline{CB}$

ค. $\overline{DB}$

ง. $\overline{DB}$

จ. $\overline{CE}$

32. รูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้รูปใดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก



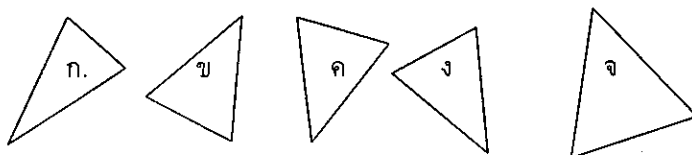
ก. รูป ก , ข

ข. รูป ก , ข , ค และ ง

ค. รูป ก , ข , ค , ง , จ , ช

ง. ทุกรูป

33. รูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้รูปใดเป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว



ก. รูป ข

ข. รูป ข และ รูป ค

ค. รูป ข , ค , จ

ง. ทุกรูป

34. ข้อใดเป็นจริงสำหรับรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วทุกรูป

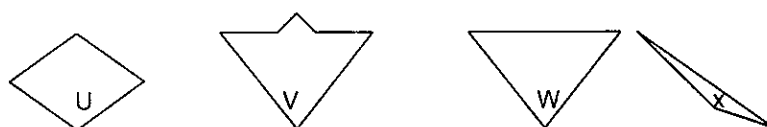
ก. ด้านสามด้านต้องยาวเท่ากัน

ข. ด้านหนึ่งยาวเป็นสองเท่าของอีกด้านหนึ่ง

ค. มีมุมอย่างน้อยสองมุมที่มีขนาดเท่ากัน

ง. มุมสามมุมต้องมีขนาดเท่ากัน

35. รูปใดเป็นรูปสามเหลี่ยม



ก. ไม่มีรูปใดเป็นรูปสามเหลี่ยม

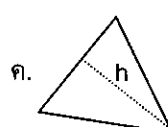
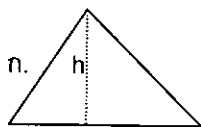
ข. รูป V เท่านั้นที่เป็นรูปสามเหลี่ยม

ค. รูป W เท่านั้นที่เป็นรูปสามเหลี่ยม

ง. W และ X เท่านั้นเป็นรูปสามเหลี่ยม

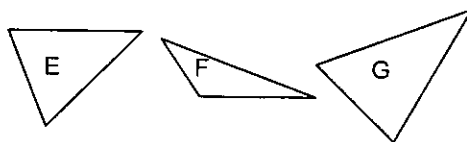
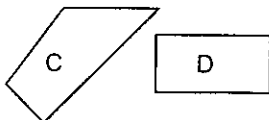
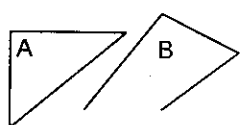
จ. V และ W เท่านั้นเป็นรูปสามเหลี่ยม

36. จากรูปที่กำหนดให้ h ในข้อใดไม่ใช่ส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยม



จ. h ในทุกข้อเป็นส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยม

37. จากรูปที่กำหนดให้รูปใดบ้างที่เป็นรูปสามเหลี่ยม



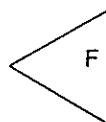
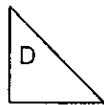
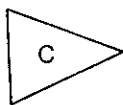
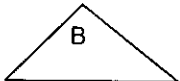
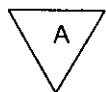
ก. รูป A

ข. รูป A , G

ค. รูป A , G และ E

ง. รูป A , G และ E และ F

รูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 38-40



38. รูปใดเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า

ก. รูป A , F

ข. รูป B , E

ค. รูป A , C , D , F

ง. รูป B , C , D , E

39. ข้อใดเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

ก. รูป C , D

ข. รูป A , F

ค. รูป A , C , D , F

ง. ทุกรูปเป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

40. ข้อใดเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

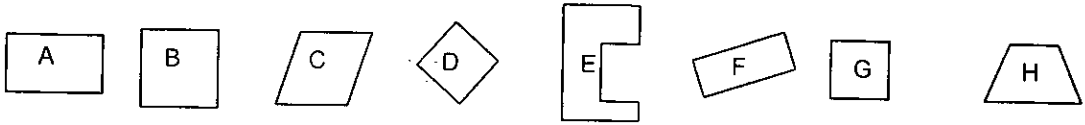
ก. รูป C , D

ข. รูป A , F

ค. รูป A , C , D , F

ง. ทุกรูปเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

44. รูปใดเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก



ก. รูป A, B, G

ข. รูป A, B, F

ค. รูป A, B, F, G

ง. รูป A, B, D, F, G

45. รูปใดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส



ก. รูป A

ข. รูป A, C, D

ค. รูป A, D, F

ง. รูป A, C, D, F

เฉลยแบบทดสอบภาพลักษณ์โมโนทัศน์พื้นฐานทางเรขาคณิต(ชุดที่ 1)

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ข	12	ข	23	ง	34	ค
2	ค	13	ข	24	ง	35	ง
3	จ	14	ข	25	ก	36	จ
4	จ	15	ง	26	ก	37	ง
5	จ	16	ก	27	ง	38	ง
6	ง	17	ก	28	ง	39	ด
7	จ	18	ง	29	ก	40	ข
8	จ	19	ข	30	จ	41	ข
9	ข	20	ค	31	ค	42	ง
10	จ	21	ง	32	ง	43	ง
11	ง	22	ง	33	ง	44	ง
						45	ง

คำชี้แจง

แบบทดสอบ ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต(ชุดที่ 2) เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยใช้ทดสอบประกอบการสัมภาษณ์เพื่อหาภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นมโนทัศน์พื้นฐาน กรอบข้อความเส้นประแสดงจุดที่จะวินิจฉัยความคลาดเคลื่อน(ในตัวอย่างสอบจริงจะไม่มี)

แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตส่นทางเรขาคณิต(ชุดที่ 2)

สถานภาพผู้ตอบ

โปรดกาเครื่องหมาย ☒ ลงในช่อง ☐ ซึ่งเป็นจริงตรงกับตัวท่าน และเติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดไว้ให้

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. สถานะในปัจจุบัน

☐ เป็นนักเรียนชั้น.....(โปรดระบุ)

☐ เป็นนักศึกษาครูชั้นปีที่..... (โปรดระบุ)

☐ เป็นครูผู้สอนชั้น.....(โปรดระบุ)

3. ชื่อสถานศึกษา.....(โปรดระบุ)

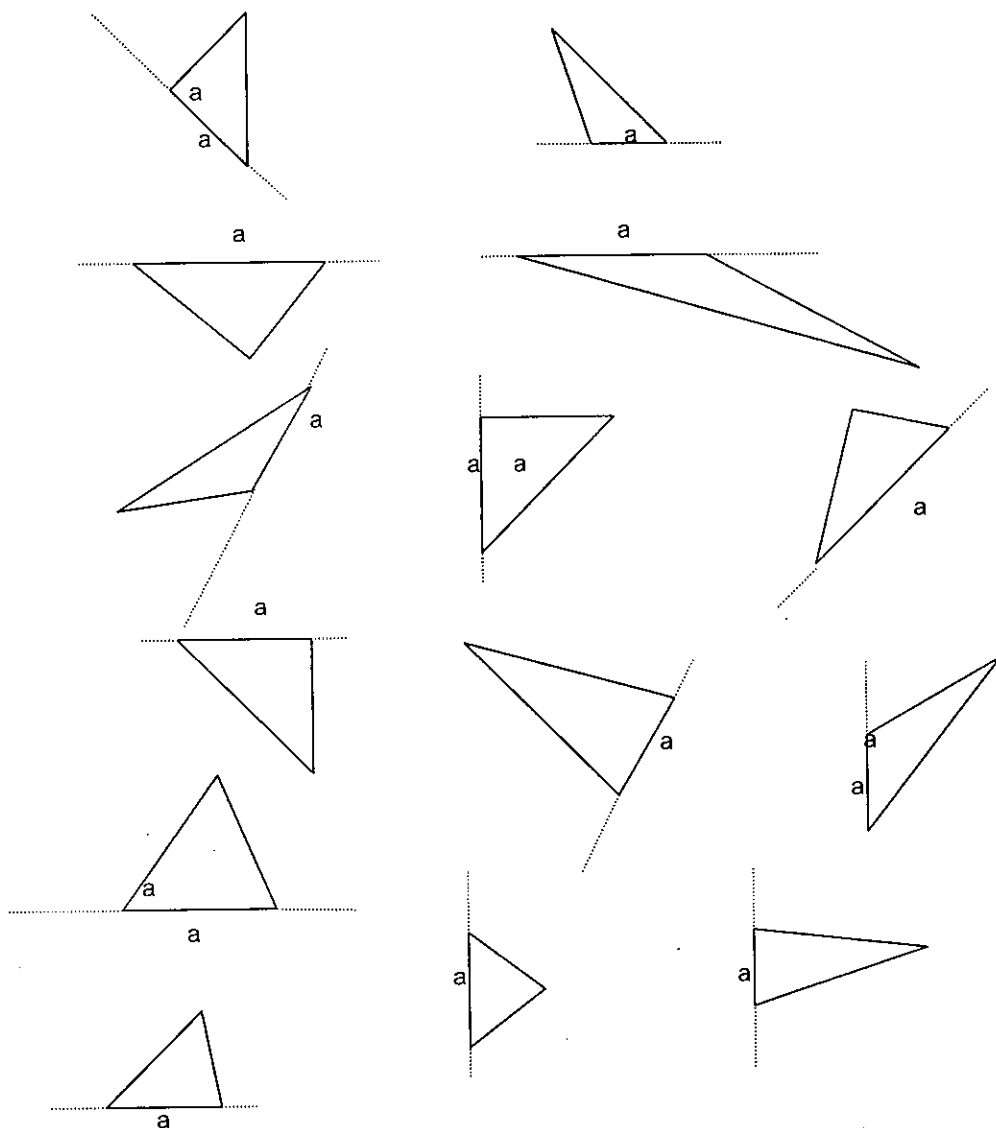
อำเภอ.....จังหวัด.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบจำนวน 15 ข้อ ให้ผู้ตอบเขียนคำตอบลงในตัวข้อสอบ ในช่องว่างที่เว้นไว้ให้
2. ผลจากการทดสอบจะไม่มีผลกระทบตอผู้ตอบแต่อย่างใด ผู้วิจัยจะนำผลการทดสอบไปใช้ในการพัฒนาตัวแบบเท่านั้น
3. ขอความกรุณาผู้ตอบทำแบบทดสอบด้วยความตั้งใจ เพราะผลจากการทดสอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาการเรียนการสอนเรขาคณิตในโอกาสต่อไป

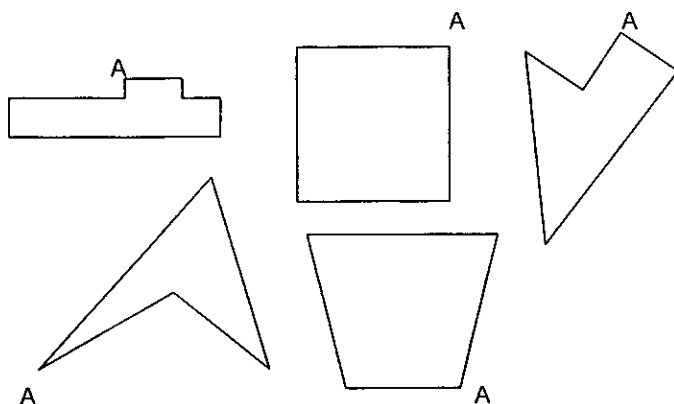
จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากรูปที่กำหนดให้จงลากส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยม ไปยังด้าน a



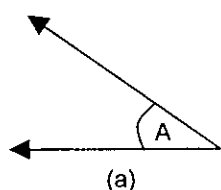
จุดที่จะวินิจฉัยคือ การลากส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมมุมป้าน ของนักเรียน ครูและนักศึกษาครู ซึ่งมีส่วนสูงอยู่นอกรูปสามเหลี่ยม ถามเหตุผลในการลากส่วนสูง เพื่อหาสาเหตุที่กลุ่มตัวอย่างลากไม่ได้หรือลากได้ไม่ถูกต้อง

2. จากรูปหลายเหลี่ยมที่กำหนดให้ จงลากเส้นทแยงมุมจากจุดยอด A

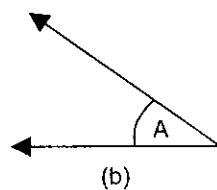


ข้อนี้ต้องการค้นหาภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการลากเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยมมุมและเว้า

3. จากมุมที่กำหนดให้ จงเลือก คำว่า เล็กกว่า หรือ ใหญ่กว่า หรือ เท่ากับ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของมุมที่กำลังกับด้วย A ในรูป โดยขีดเส้นใต้คำที่ต้องการ

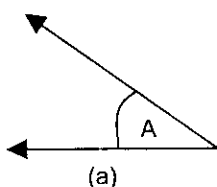


(a)

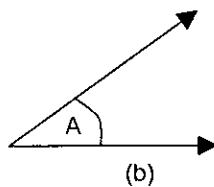


(b)

มุมที่กำลังกับด้วย A ในรูป (a) เล็กกว่า / ใหญ่กว่า / เท่ากับ มุมที่กำลังกับด้วย A ในรูป (b)

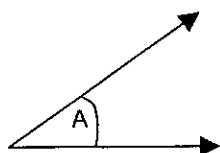


(a)

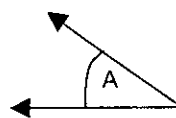


(b)

มุมที่กำลังกับด้วย A ในรูป (a) เล็กกว่า / ใหญ่กว่า / เท่ากับ มุมที่กำลังกับด้วย A ในรูป (b)

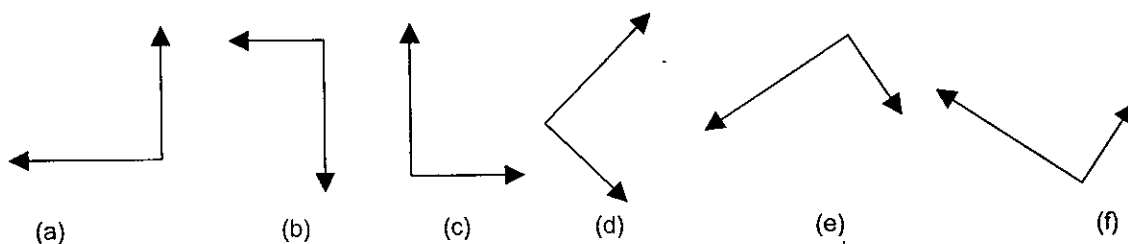


มุมที่กำลังกับด้วย A ในรูป (a) เล็กกว่า / ใหญ่กว่า / เท่ากับ มุมที่กำลังกับด้วย A ในรูป (b)



ข้อนี้ต้องการค้นหาภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขนาดของมุมสองมุมซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น มีมุมยอดอยู่ด้านเดียวกัน มุมยอดอยู่คนละด้าน ความสัมพันธ์เกี่ยวกับขนาดของมุมกับความยาวแขนของมุม

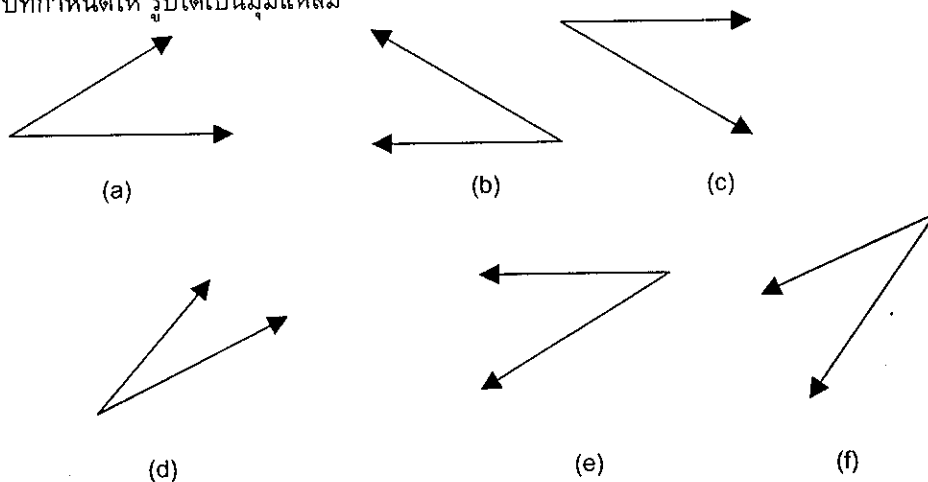
4. จากรูปที่กำหนดให้ มุมใดบ้างเป็นมุมฉาก



คำตอบ

ข้อนี้ต้องการค้นหาว่ากลุ่มตัวอย่างยึดติดกับสัญลักษณ์แทนมุมฉากหรือไม่ ยึดติดกับมุมฉากที่อยู่ในแนวตั้งขึ้น(upright)หรือไม่

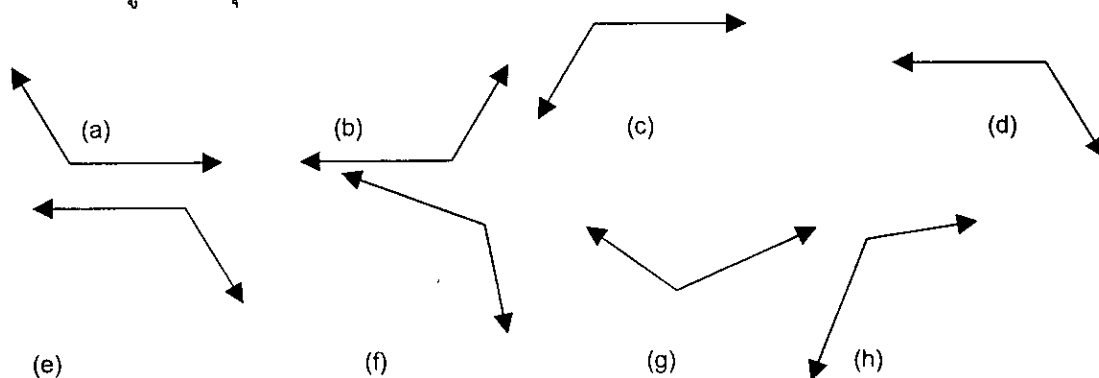
5. จากรูปที่กำหนดให้ รูปใดเป็นมุมแหลม



คำตอบ

ข้อนี้ต้องการค้นหาว่ากลุ่มตัวอย่างยึดติดว่ามุมแหลมต้องอยู่ในแนวตั้งขึ้น หรือ มุมยอดอยู่ทางซ้ายมือหรือไม่

6. จากรูปที่กำหนดให้ รูปใดเป็นมุมป้าน

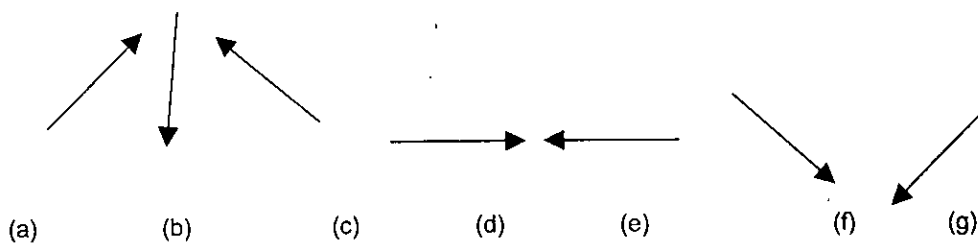


คำตอบ.....

.....

ข้อนี้ต้องการค้นหาว่ากลุ่มตัวอย่างยึดติดว่ามุมป้านต้องอยู่ในแนวตั้งขึ้น หรือ มุมยอดอยู่ทางซ้ายมือหรือไม่

7. จากรูปที่กำหนดให้ รูปใดเป็นรังสี

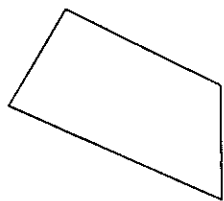


คำตอบ

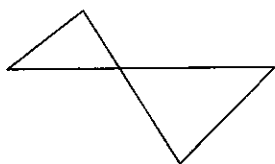
.....

ข้อนี้ต้องการค้นหาว่ากลุ่มตัวอย่างยึดติดว่ารังสีต้องอยู่ในแนวนอน หรือ มีจุดปลายอยู่ทางขวามือหรือไม่

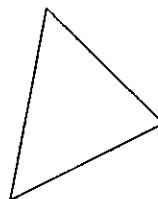
8. รูปต่อไปนี้รูปใดไม่เป็นรูปหลายเหลี่ยม เพราะเหตุใด



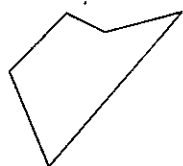
(a)



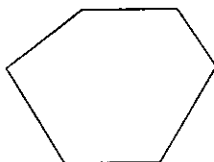
(b)



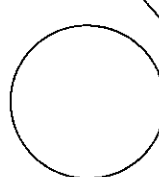
(c)



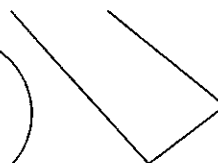
(d)



(e)



(f)

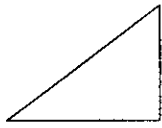


(g)

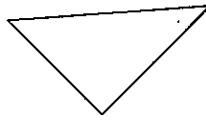
คำตอบ

ข้อนี้ต้องการค้นหาภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปหลายเหลี่ยม โดยเฉพาะรูปในข้อ (b) กลุ่มตัวอย่างอาจคิดว่าเป็นรูปหลายเหลี่ยม และ ข้อ (d) อาจจะคิดว่าไม่เป็นรูปหลายเหลี่ยม

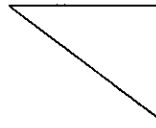
9. รูปใดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก



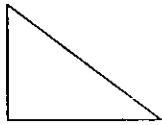
(a)



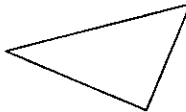
(b)



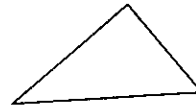
(c)



(d)



(e)



(f)

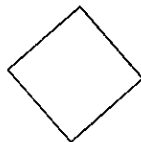
คำตอบ

ข้อนี้ต้องการค้นหาภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก วินิจฉัยว่ากลุ่มตัวอย่างยึดติดกับสัญลักษณ์แทนมุมฉากหรือไม่ ยึดติดกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านอยู่ในแนวนอนและแนวตั้งหรือไม่

10. จากรูปที่กำหนดให้ รูปใดเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก



(a)



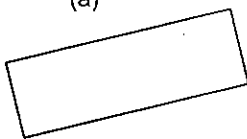
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

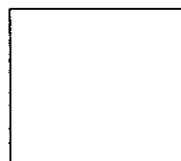


(g)

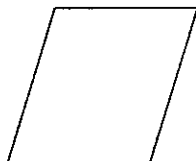
คำตอบ

ข้อนี้ต้องการค้นหาภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยดูว่ายึดติดกับสัญลักษณ์แทนมุมฉาก แทนความยาวด้านที่เท่ากัน และแทนเส้นขนานหรือไม่

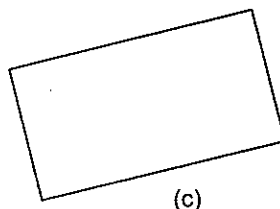
11. รูปใดเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน



(a)



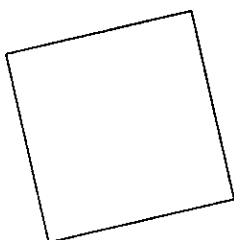
(b)



(c)



(d)



(e)



(g)

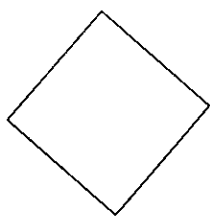


(f)

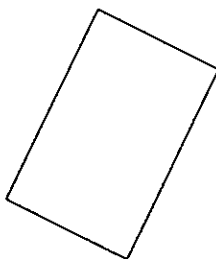
คำตอบ.....

ข้อนี้ต้องการค้นหาว่า กลุ่มตัวอย่างเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานแบบต่าง ๆ อย่างไรบ้าง สามารถหาสิ่งที่เป็นลักษณะร่วมกันของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน หรือไม่ อย่างไร และมีความคลาดเคลื่อนอะไรบ้าง

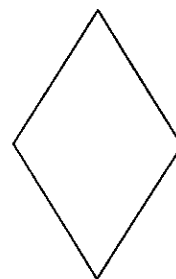
12. รูปใดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส



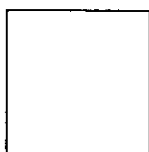
(a)



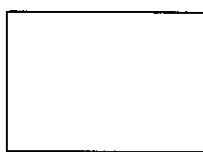
(b)



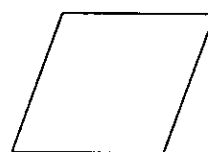
(c)



(d)



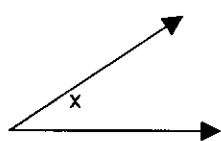
(e)



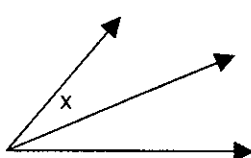
(f)

ข้อนี้ต้องการค้นหาว่ากลุ่มตัวอย่างยี่สิบติดกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีลักษณะตั้งขึ้นหรือไม่ และสามารถแยกรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสออกมาจากรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานแบบอื่นได้หรือไม่ และมีความคลาดเคลื่อนอะไรบ้าง

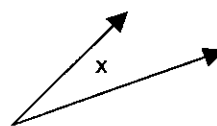
13. รูปที่กำกับด้วย x รูปใดไม่ใช่มุม



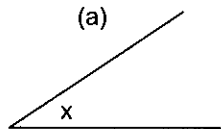
(a)



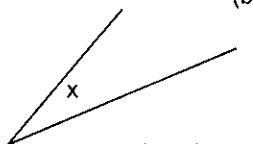
(b)



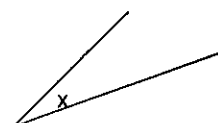
(c)



(d)



(e)

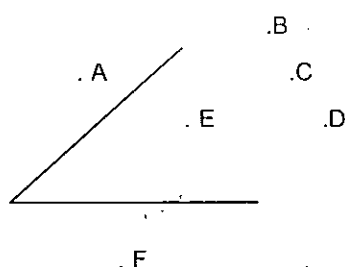


(f)

คำตอบ

ข้อนี้ต้องการค้นหาภาพลักษณ์โน้ตที่คลาดเคลื่อนเรื่องมุม ว่า กลุ่มตัวอย่างยึดติดกับ ลูกศร หรือไม่ มีความเข้าใจว่ามุมจะมีแขนของมุมหนึ่งข้างอยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้งหรือไม่ เมื่อมีเส้นเพิ่มอีก 1 เส้นจะทำให้เข้าใจเรื่องมุมคลาดเคลื่อนหรือไม่ และลักษณะที่ตั้งของมุมมีส่วนทำให้เข้าใจเรื่องมุมคลาดเคลื่อนหรือไม่

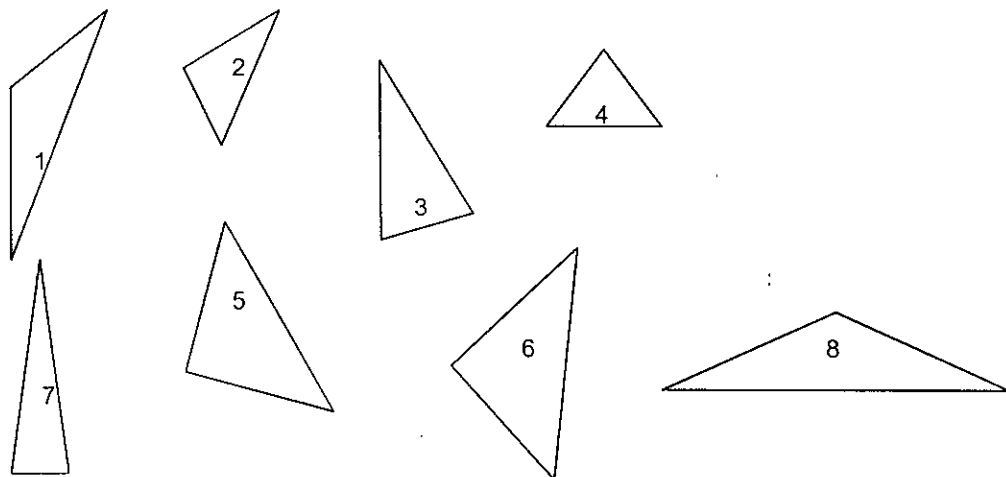
14. จากรูปที่กำหนดให้ จุดใดบ้างที่อยู่ภายในมุม



คำตอบ.....

ข้อนี้ต้องการทดสอบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ของมุมอย่างไร แขนของมุมมีส่วนเกี่ยวข้องกับมุมอย่างไร จุด A, B, C, D และ จุด F เป็นจุดที่อยู่ภายในมุมหรือไม่

15. จากรูปที่กำหนดให้ จงเขียนวงกลมล้อมรอบรูปสามเหลี่ยมที่มีลักษณะร่วมกันโดยจัดให้อยู่ในวงเดียวกัน และบอกด้วยว่าเป็นรูปสามเหลี่ยมประเภทใด

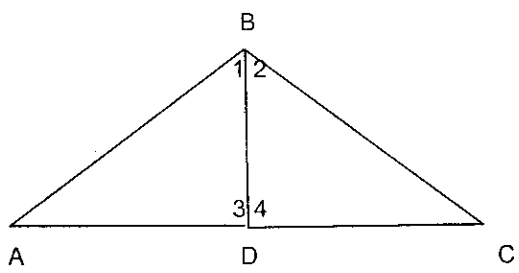


ข้อนี้ต้องการทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับมนต์ศน์ของรูปสามเหลี่ยมแบบต่าง ๆ ต้องการทดสอบว่า
กลุ่มตัวอย่างสามารถหาลักษณะร่วมของรูปสามเหลี่ยมได้หรือไม่ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับ
รูปสามเหลี่ยมคลาดเคลื่อนอะไรบ้าง เพราะเหตุใด

แบบสำรวจภาพลักษณ์โน้ตค้นเรื่อง ความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้านและ มุม-ด้าน-มุม คำชี้แจง

จากรูปและเงื่อนไขที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงตอบคำถามต่อไปนี้

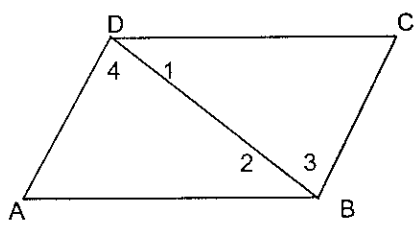
1. ถ้ากำหนดให้ $AB = BC$, $BD = BD$ แล้ว $\triangle ABD$ และ รูปสามเหลี่ยม $\triangle CBD$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด



คำตอบและเหตุผล.....

ข้อนี้ต้องการทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ของความเท่ากันทุกประการ โดยกำหนดรูปสามเหลี่ยมที่มีด้านยาวเท่ากันสองคู่มาให้ และมีตัวเลขกำกับมุมมาไว้เพื่อความสะดวกในการอ้างเหตุผล และไม่ใช่สัญลักษณ์ในการกำกับด้านมาให้ เพื่อต้องการทดสอบด้วยว่ายึดติดกับสัญลักษณ์หรือไม่ และนอกจากนี้จะทดสอบว่ายึดติดกับรูปที่เห็นหรือไม่

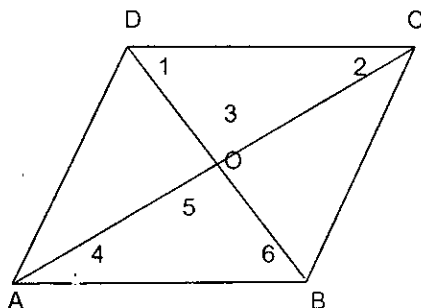
2. ถ้ากำหนดให้ $BD = BD$, $\hat{1} = \hat{2}$, $AD = BC$ แล้ว $\triangle ABD$ และ $\triangle CDB$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด



คำตอบและเหตุผล.....

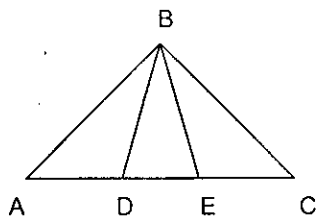
ข้อนี้ต้องการทดสอบเกี่ยวกับการใช้ความสัมพันธ์ ด้าน มุม-ด้าน คลาดเคลื่อน และทดสอบว่ากลุ่มตัวอย่างยึดติดกับรูปที่มองเห็นหรือไม่ นำข้อมูลที่ไม่ใช่ข้อมูลที่กำหนดให้มาใช้หรือไม่

3. ถ้ากำหนดให้ $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{3} = \hat{5}$, $AB = DC$ แล้ว $\triangle ABO$ และ $\triangle CDO$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด



คำตอบและเหตุผล

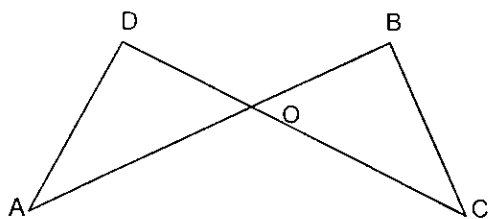
4. ถ้ากำหนดให้ $\angle ABC = \angle CBD$, $AB = BC$, $\hat{A} = \hat{C}$ แล้ว $\triangle ADB$ และ $\triangle CEB$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด



คำตอบและเหตุผล

ข้อนี้ต้องการทดสอบว่าความซับซ้อนของรูปมีส่วนทำให้ความเข้าใจในทัศนคติความเท่ากันทุกประการคลาดเคลื่อนหรือไม่ และคลาดเคลื่อนอย่างไร

5. ถ้ากำหนดให้ $DA = BC$, $DC = BA$ $\angle AOD = \angle COB$ แล้ว $\triangle ADO$ และ $\triangle CBO$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด



คำตอบและเหตุผล.....

ข้อนี้ให้ข้อมูลซึ่งเป็นรูปที่ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้ทันที ต้องมีการสร้างรูปเพิ่มเติมหรือต้องใช้การสร้างภาพในใจ จึงจะสามารถหาคำตอบได้ นอกจากนี้ยังทดสอบว่ายึดติดกับรูปหรือไม่

แบบสำรวจภาพลักษณ์โน้ตส่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3

เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบที่นักศึกษาครูใช้เพื่อสำรวจและวินิจฉัยภาพลักษณ์โน้ตส่นทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3 เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่
2. กรอบที่เป็นเส้นประเป็นประเด็นที่จะวินิจฉัยความคลาดเคลื่อน ในตัวข้อสอบที่ใช้จริงจะไม่มี

แบบสำรวจภาพลักษณ์โน้ตส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3
เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่

ชื่อนักเรียน..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....
 โรงเรียน.....อำเภอ.....จังหวัด.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ เป็นการวัดความรู้ความเข้าใจโน้ตส์เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกาเครื่องหมาย X ทับข้อที่เป็นคำตอบดังตัวอย่าง

ข้อ 00. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

- ก. มีด้านยาวเท่ากันทุกด้าน
- ข. มีขนาดของมุมเท่ากันทุกมุม
- ค. มีขนาดของมุมเท่ากันสองมุม
- ง. มีขนาดของมุมทุกมุมเท่ากับ 60 องศา
- จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค. ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย X ทับข้อ ค. ดังนี้

~~X~~

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ทำเครื่องหมาย ทับคำตอบเดิมแล้วเปลี่ยนคำตอบใหม่
 ตัวอย่าง

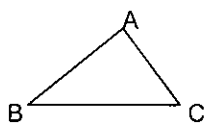
ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค. เป็นข้ออื่น ให้ปฏิบัติดังนี้

~~X~~

3. อนุญาตให้นักเรียนคิดและทบทวนข้อสอบได้
4. โปรดเขียนชื่อและนามสกุลให้ชัดเจน

เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ

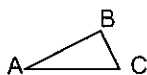
1. จากรูปที่กำหนดให้ ถ้า $\overline{AB}, \dots, \overline{AC}$ เป็นข้อมูลแสดงลักษณะ ค.ม.ด. ของ $\triangle ABC$ แล้ว ... หมายถึงข้อใด



- ก. $\hat{A}$ ข. $\hat{B}$ ค. $\overline{BC}$ ง. $\overline{AB}$ จ. $\hat{C}$

ข้อนี้ต้องการทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะแบบ ด้าน-มุม-ด้าน ว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับมุมและด้านอย่างไร มีความคลาดเคลื่อนหรือไม่ อะไรคือสาเหตุ

2. จากรูปที่กำหนดให้ ถ้า $\dots, \hat{B}, \overline{AC}$ เป็นข้อมูลแสดงลักษณะของ ม.ม.ด. ของ $\triangle ABC$ แล้ว ... หมายถึงข้อใด

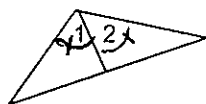


- ก. $\overline{AC}$ ข. $\hat{B}$ ค. $\overline{AB}$ ง. $\overline{BC}$ จ. $\hat{A}$

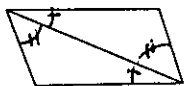
ข้อนี้ต้องการทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะแบบ มุม-มุม-ด้าน ว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับมุมและด้านอย่างไร มีความคลาดเคลื่อนหรือไม่ อะไรคือสาเหตุ

3. รูปในข้อใดเท่ากันทุกประการ

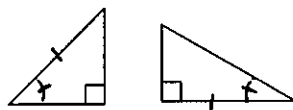
ก.



ข.



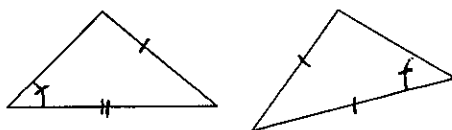
ค.



ง.

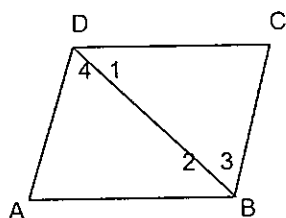


จ.



ข้อนี้ต้องการวัดการนำความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ของการเท่ากันทุกประการ ว่ามีการนำไปใช้คลาดเคลื่อนหรือไม่และคลาดเคลื่อนอย่างไร อะไรคือสาเหตุของความคลาดเคลื่อน

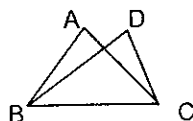
4. กำหนดให้ $AD = BC$, $\hat{1} = \hat{2}$, $BD = BD$ ดังรูป ข้อใดถูกต้อง



- ก. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ ข. $\hat{1} = \hat{4}$
 ค. $\hat{2} = \hat{3}$ ง. $AB = DC$
 จ. ไม่สามารถสรุปได้ว่า $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$

ข้อนี้ต้องการวัดความเข้าใจของนักเรียนว่า ถ้ารูปสามเหลี่ยมคู่หนึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมที่ไม่มีความสัมพันธ์ตรงตามแบบ ด้าน-มุม-ด้าน มุม-ด้าน-มุม ด้าน-ด้าน-ด้าน มุม-มุม-ด้าน จะเป็นรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด และนักเรียนยึดติดกับรูปที่มองเห็นหรือไม่ ความซับซ้อนของรูปสามเหลี่ยมมีผลในการพิจารณาหรือไม่

5. กำหนด $AC = BD$, $\hat{ACB} = \hat{DBC}$ ข้อใดไม่ถูกต้อง



- ก. $\triangle ABC \cong \triangle DCB$ ข. ไม่จำเป็นที่ $\triangle ABC \cong \triangle DCB$
 ค. $AB = DC$ ง. $\hat{ABC} = \hat{DCB}$
 จ. $\hat{ABD} \cong \hat{DCA}$

ข้อนี้ต้องการวัดว่า เมื่อกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอ นักเรียนจะหาข้อมูลเพิ่มเติมหรือว่าจะใช้ข้อมูลเท่าที่กำหนดให้เท่านั้น และเมื่อกำหนดรูปสามเหลี่ยมที่มีลักษณะซับซ้อนให้จะทำให้ให้นักเรียนเกิดความคลาดเคลื่อนหรือไม่

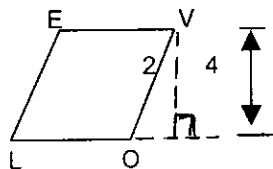
เรื่อง พื้นที่

6. นักเรียนคิดว่า 1 ตารางเมตร เป็นกี่ตารางเซนติเมตร

- ก. 10 ข. 100 ค. 160 ง. 10,000 จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

ข้อนี้ต้องการทดสอบความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยพื้นที่จากหน่วยใหญ่เป็นหน่วยย่อย

7. จากรูป □ EVOL ที่กำหนดให้ ข้อใดเป็นฐานและความสูงของรูปสี่เหลี่ยมรูปนี้



ก. $\overline{LO}$, 2

ข. $\overline{LO}$, 4

ค. $\overline{EV}$, 2

ง. $\overline{OV}$, 4

จ. $\overline{VO}$, 2

ข้อนี้ต้องการค้นหาความคลาดเคลื่อนในเรื่องส่วนสูงและฐานของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

8. พื้นที่ 18 ตารางเมตร คิดเป็นพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร

ก. 0.18

ข. 1.8

ค. 180

ง. 1,800

จ. 180,000

ข้อนี้ต้องการทดสอบความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยพื้นที่จากหน่วยใหญ่เป็นหน่วยย่อย

9. ถ้ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีด้านยาวเป็น 2 เท่าของความยาวเดิม แล้ว พื้นที่จะเป็นกี่เท่าของพื้นที่รูปเดิม

ก. 1

ข. 2

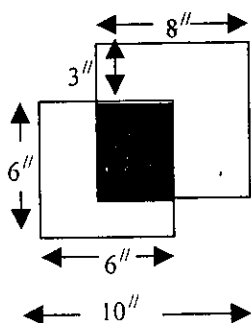
ค. 3

ง. 4

จ. 5

ข้อนี้ต้องการหาความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับอัตราส่วนของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวของด้านเปลี่ยนไป

10. พื้นที่ส่วนที่ซ้อนทับกันของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสสองรูปที่กำหนดให้ ดังรูป มีพื้นที่กี่ตารางนิ้ว



ก. 10

ข. 20

ค. 24

ง. 30

จ. 64

ข้อนี้ต้องการวัดการนำความรู้เรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสไปใช้ว่ามีความคลาดเคลื่อนอะไรบ้าง

เฉลยแบบสำรวจภาพลักษณ์นิทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ก	6	ง
2	จ	7	ข
3	ข	8	ก
4	จ	9	ง
5	ก	10	ข

แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้ใช้ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาครู เพื่อค้นหาภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ โดยใช้ประกอบการสัมภาษณ์
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.46-0.87 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.13-0.65

หมายเลขข้อสอบ.....

แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตสันทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู
เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่

ชื่อนักศึกษา..... วิชาเอก..... ชั้นปีที่
 สถาบันราชภัฏ.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 35 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ
 - ตอนที่ 1 เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ คือ ข้อ 1-22
 - ตอนที่ 2 เรื่อง พื้นที่ คือ ข้อ 23 -35
- กำหนดเวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง
2. ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกาเครื่องหมาย X ทับข้อที่เป็นคำตอบ

ตอบดังตัวอย่าง

ข้อ 00. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

- ก. มีด้านยาวเท่ากันทุกด้าน
- ข. มีขนาดของมุมเท่ากันทุกมุม
- ค. มีขนาดของมุมเท่ากันสองมุม
- ง. มีขนาดของมุมทุกมุมเท่ากับ 60 องศา
- จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค. ให้นักศึกษากาเครื่องหมาย X ทับข้อ ค. ดังนี้

~~ค.~~ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ทำเครื่องหมาย ทับคำตอบเดิมแล้วเปลี่ยนคำตอบใหม่

ตัวอย่าง

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค. เป็นข้ออื่น ให้ปฏิบัติดังนี้

~~ค.~~

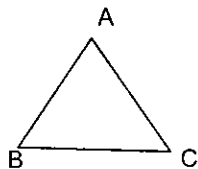
3. อนุญาตให้นักศึกษาคิดและทบทวนข้อสอบได้

4. โปรดเขียนชื่อและนามสกุลให้ชัดเจน

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ตอนที่ 1 เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ

1. จากรูป $\triangle ABC$ ข้อใดสามารถนำไปสรุปเกี่ยวกับลักษณะ ด.ม.ด. ได้ถูกต้อง



ก. $\overline{AB}$, $\hat{A}$, $\overline{BC}$

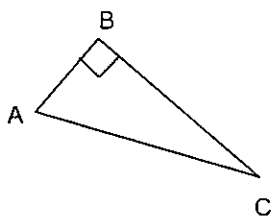
ข. $\overline{AB}$, $\hat{A}$, $\overline{AC}$

ค. $\overline{BC}$, $\hat{B}$, $\overline{AC}$

ง. $\overline{AB}$, $\hat{B}$, $\overline{AC}$

จ. $\overline{BC}$, $\hat{C}$, $\overline{AB}$

2. จากรูป $\triangle ABC$ ข้อใดสามารถนำไปสรุปเกี่ยวกับลักษณะ ฉ.ด.ด ได้ถูกต้อง



ก. $\hat{B}$, $\overline{BC}$, $\overline{AC}$

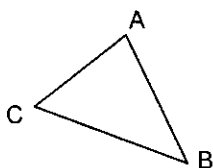
ข. $\hat{A}$, $\overline{AB}$, $\overline{BC}$

ค. $\hat{B}$, $\overline{AB}$, $\hat{C}$

ง. $\overline{AB}$, $\hat{B}$, $\overline{BC}$

จ. $\overline{AB}$, $\overline{BC}$, $\hat{C}$

3. จากรูป $\triangle ABC$ ข้อใดสามารถนำไปสรุปเกี่ยวกับลักษณะ ม.ด.ม. ได้ถูกต้อง



ก. $\hat{A}$, $\hat{C}$, $\overline{BC}$

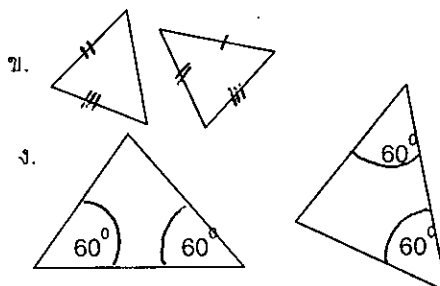
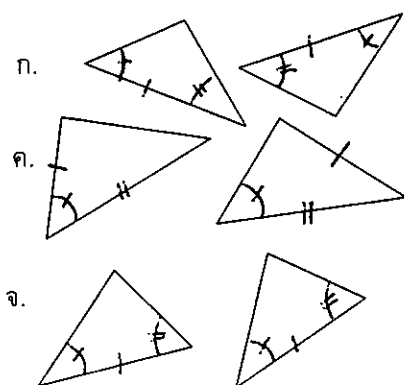
ข. $\hat{A}$, $\hat{C}$, $\overline{AB}$

ค. $\hat{A}$, $\overline{AC}$, $\hat{C}$

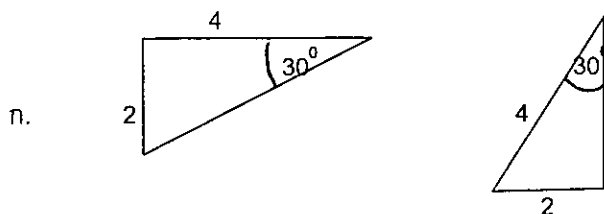
ง. $\hat{B}$, $\overline{AB}$, $\hat{C}$

จ. $\hat{A}$, $\overline{BC}$, $\hat{B}$

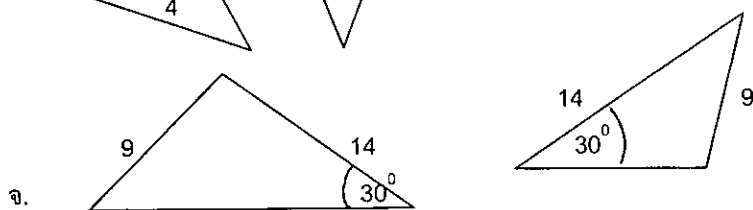
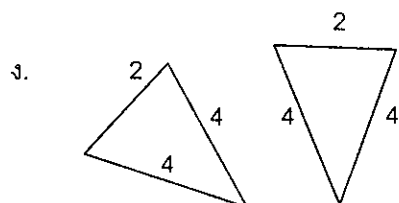
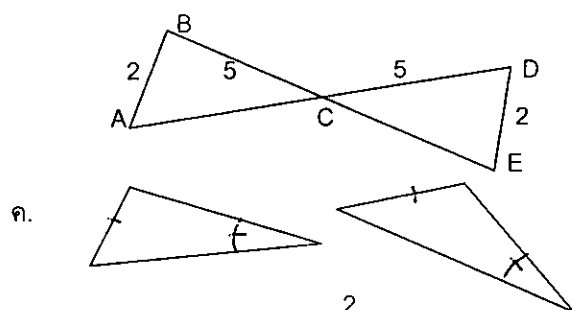
4. รูปในข้อใดแสดงความสัมพันธ์ ด.ด.ด. ของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ



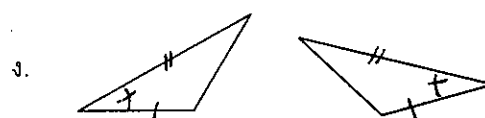
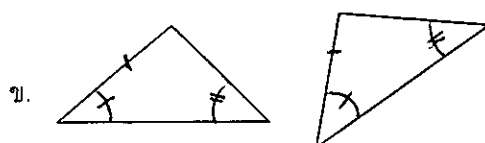
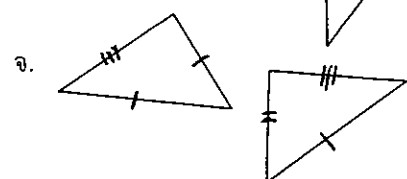
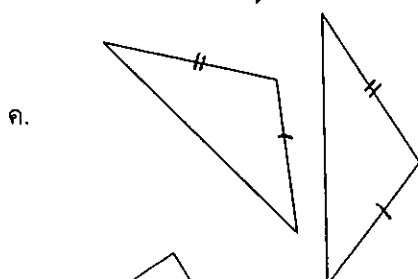
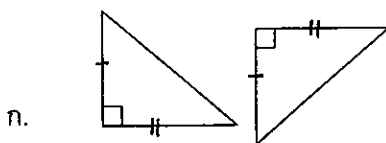
5. รูปที่กำหนดให้ข้อใดเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ



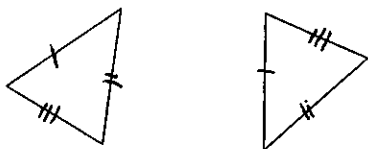
ข. กำหนด $BC=CD=5$ หน่วย ดังรูป



6. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้รูปคู่ใดไม่สามารถสรุปได้ว่าเท่ากันทุกประการ



7. รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการจากความสัมพันธ์ใด



ก. ด.ม.ด.

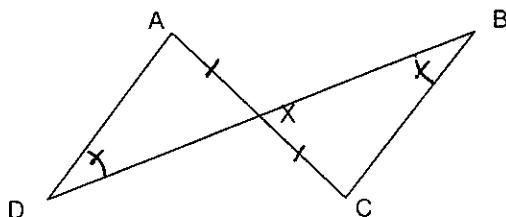
ข. ด.ด.ด.

ค. ม.ด.ม.

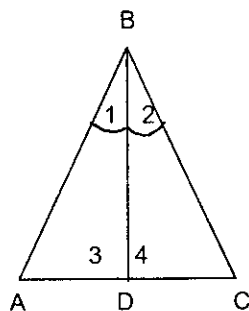
ง. ด.จ.ด.

จ. ม.ป.ป

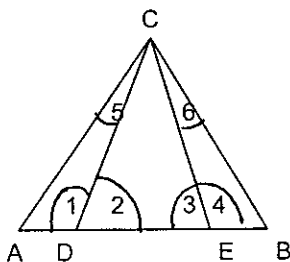
8. จากรูปกำหนดให้ X อยู่บน $\overline{DB}$ และ $\overline{AC}$ ดังรูป ข้อใด ไม่ถูกต้อง

ก. $\overline{AD} \cong \overline{BC}$ ข. $\hat{C} \cong \hat{A}$ ค. $\triangle XDC \cong \triangle XBA$ ง. $\overline{XB} \cong \overline{XD}$ จ. $\triangle ADX \cong \triangle CBX$

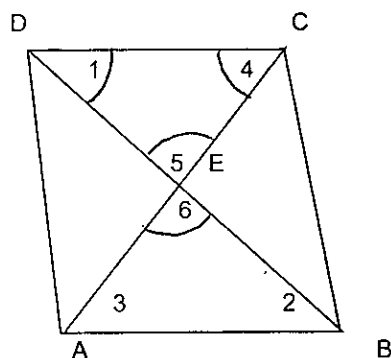
9. จากรูป $\triangle ABC$ ให้ D อยู่บน $\overline{AC}$ จงพิจารณาว่าข้อใดสามารถนำไปสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ด.ม.ด. ของรูปสามเหลี่ยมได้

ก. $\overline{AB}, \hat{3}, \overline{AD}$ ข. $\overline{AD}, \hat{1}, \overline{AB}$ ค. $\overline{BD}, \hat{1}, \overline{AD}$ ง. $\overline{AB}, \hat{1}, \overline{BD}$ จ. $\overline{AB}, \hat{3}, \overline{BD}$

10. จากรูปที่กำหนดให้ ถ้า $\hat{DCB}, \dots, \hat{2}$ เป็นข้อมูลแสดงลักษณะ ม.ด.ม ของ $\triangle CDB$ แล้ว... หมายถึงข้อใด

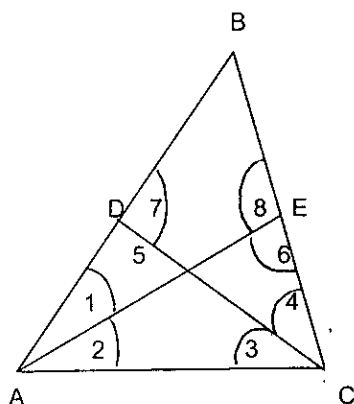
ก. $\overline{DB}$ ข. $\overline{BC}$ ค. $\overline{CD}$ ง. $\overline{EB}$ จ. $\overline{DE}$

11. จากรูป $\square ABCD$ ถ้า $\overline{AE}$, 3, ... เป็นข้อมูลแสดงลักษณะ ด.ม.ด. ของ $\triangle AEB$ แล้ว ... หมายถึงข้อใด



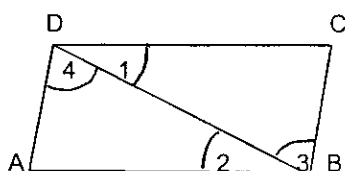
- ก. $\overline{BE}$ ข. $\overline{AB}$ ค. $\overline{CE}$ ง. $\overline{AE}$ จ. $\overline{DE}$

12. จากรูป $\triangle ABC$, D และ E อยู่บน $\overline{AB}$ และ $\overline{BC}$ ถ้า ..., AE, 8 เป็นข้อมูลแสดงลักษณะ ม.ด.ม. ของ $\triangle AEB$ แล้ว ... หมายถึงข้อใด



- ก. 7 ข. 1 ค. 5 ง. 8 จ. 6

โจทย์ กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยม ดังรูป ใช้สำหรับตอบคำถามข้อ 13-14



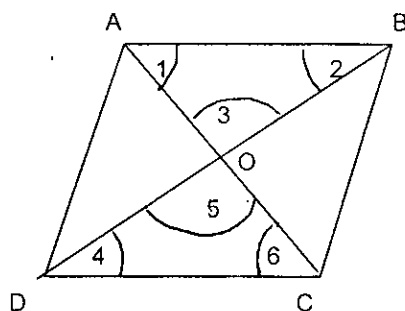
13. ถ้ากำหนดให้ $\hat{1} = \hat{2}$, $\hat{3} = \hat{4}$, $BD = BD$ ข้อใดถูกต้อง

- ก. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ด.ม.ด.) ข. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ม.ด.ม.)
 ค. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ม.ม.ด.) ง. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ด.ด.ด.)
 จ. ไม่จำเป็นที่ $\triangle ABD \cong \triangle CDB$

14. ถ้ากำหนดให้ $AD = BC$, $BD = BD$, $\hat{3} = \hat{4}$ ข้อใดถูกต้อง

- ก. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ด.ม.ด.) ข. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ม.ด.ม.)
 ค. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ม.ม.ด.) ง. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ด.ด.ด.)
 จ. ไม่จำเป็นที่ $\triangle ABD \cong \triangle CDB$

โจทย์ กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยม ดังรูป ใช้สำหรับตอบคำถามข้อ 15-16



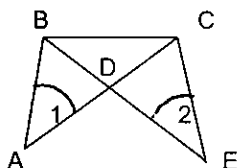
15. ถ้ากำหนดให้ $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{4} = \hat{2}$, $AB = DC$, ข้อใดสรุปเกี่ยวกับ $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ ได้ถูกต้อง

- ก. เท่ากันทุกประการ (ม.ด.ม.) ข. เท่ากันทุกประการ (ด.ม.ด.)
 ค. เท่ากันทุกประการ (ม.ม.ด.) ง. เท่ากันทุกประการ (ด.ด.ด.)
 จ. ไม่เท่ากันทุกประการ

16. ถ้ากำหนดให้ $AO = OC$, $AB = DC$, $\hat{1} = \hat{6}$, ข้อใดสรุปเกี่ยวกับ $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ ได้ถูกต้อง

- ก. เท่ากันทุกประการ (ม.ด.ม.) ข. เท่ากันทุกประการ (ด.ม.ด.)
 ค. เท่ากันทุกประการ (ม.ม.ด.) ง. เท่ากันทุกประการ (ด.ด.ด.)
 จ. ไม่เท่ากันทุกประการ

20. จากรูป กำหนดให้ $AD = DC$, $\hat{1} = \hat{2}$ ข้อใดถูกต้อง



ก. $\triangle ABD \cong \triangle EDC$

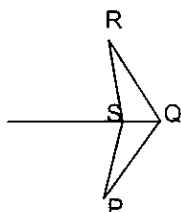
ข. ไม่จำเป็นที่ $\triangle ABD \cong \triangle EDC$

ค. $\hat{BCA} = \hat{DCE}$

ง. $BC = CE$

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

21. กำหนดให้ $\overline{SP} \cong \overline{SR}$ และ $\hat{PSQ} = \hat{RSQ}$ ข้อใดแสดงเหตุผลว่า $\triangle QPS \cong \triangle QRS$



ก. ค.ม.ค.

ข. ค.ด.ด.

ค. ม.ม.ค.

ง. ม.ด.ม.

จ. จ.ด.ด.

22. ข้อใดถูกต้อง

- ก. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนี้มีพื้นที่เท่ากัน
- ข. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีพื้นที่เท่ากัน แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนี้เท่ากันทุกประการ
- ค. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีฐานร่วมกัน แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนี้มีพื้นที่เท่ากัน
- ง. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีพื้นที่เท่ากัน แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนี้มีความยาวด้านทุกด้านเท่ากันด้านต่อด้าน
- จ. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีมุมเท่ากันสามมุม มุมต่อมุม แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนี้มีพื้นที่เท่ากัน

ตอนที่ 2 เรื่อง พื้นที่

23. ถ้ากำหนดให้ รูป ☐ หนึ่งรูปแทน 1 ตารางหน่วย แล้วรูปที่กำหนดให้มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย



ก. 1

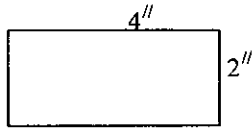
ข. 2

ค. 3

ง. 6

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

24. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่กำหนดให้มีพื้นที่ี่ตารางนิ้ว



ก. 2

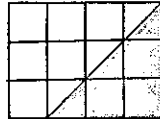
ข. 4

ค. 6

ง. 8

จ. 12

25. พื้นที่ส่วนที่แรเงาเป็นกี่ตารางหน่วย ถ้า □ หนึ่งรูปแทน 1 ตารางหน่วย



ก. 4.5

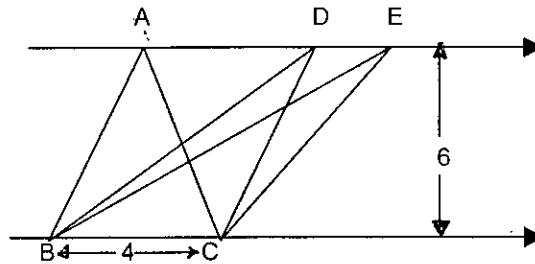
ข. 6

ค. 9

ง. 14

จ. ไม่มีข้อใดถูก

26. จากรูปพื้นที่รูปสามเหลี่ยม DBC เป็นกี่ตารางหน่วย



ก. 4

ข. 6

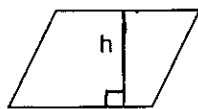
ค. 8

ง. 12

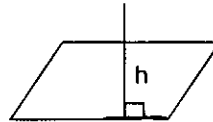
จ. 24

27. กำหนด h แทนส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยม ข้อใดแทนส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ไม่ถูกต้อง

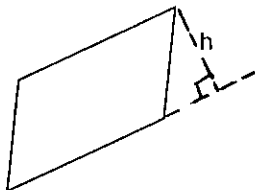
ก.



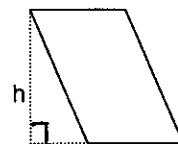
ข.



ค.



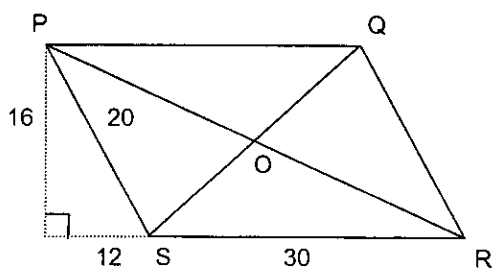
ง.



จ.



28. พิจารณารูปสี่เหลี่ยม PQRS ดังรูป จะได้ว่ารูปสามเหลี่ยม SQR มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย



ก. 200

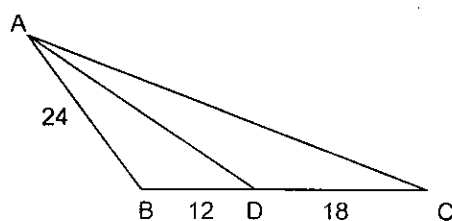
ข. 240

ค. 300

ง. 320

จ. 600

29. พิจารณารูปสามเหลี่ยม ABC ดังรูป อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ของ $\triangle ABD$ และ $\triangle ADC$ เป็นเท่าไร



ก. 1 : 2

ข. 3 : 5

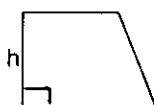
ค. 2 : 3

ง. 3 : 4

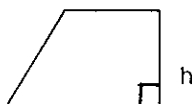
จ. 2 : 1

30. กำหนด h แทนส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยม ข้อใดแสดงส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูได้ ไม่ถูกต้อง

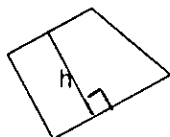
ก.



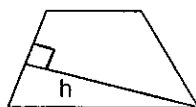
ข.



ค.



ง.



จ.



31. หนึ่งตารางเมตร เป็นกี่ตารางเซนติเมตร

ก. 10

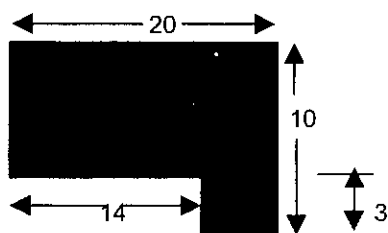
ข. 100

ค. 10,000

ง. 100,000

จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

32. จากรูปหลายเหลี่ยมที่กำหนดให้ ส่วนที่แรเงามีพื้นที่กี่ตารางหน่วย



ก. 30

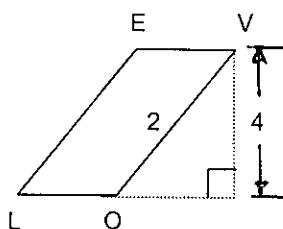
ข. 42

ค. 140

ง. 200

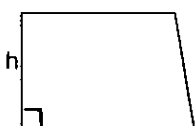
จ. 158

33. จากรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน EVOL ข้อใดเป็นฐานและความสูงของ □ EVOL

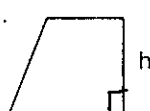
ก. $\overline{LO}$, 2ข. $\overline{LE}$, 4ค. $\overline{LO}$, 4ง. $\overline{EV}$, 2จ. $\overline{VO}$, 2

34. กำหนด h แทนส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ข้อใดไม่ถูกต้อง

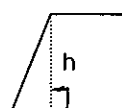
ก.



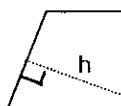
ข.



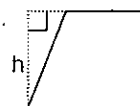
ค.



ง.



จ.



35. พื้นที่ 40,000 ตารางเซนติเมตร เท่ากับกี่ตารางเซนติเมตร

ก. 4

ข. 40

ค. 400

ง. 4,000

จ. 40,000

เฉลยแบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตสนั่นของนักศึกษา

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ข	19	ค
2	ก	20	ก
3	ค	21	ก
4	ข	22	ก
5	ง	23	ง
6	ค	24	ง
7	ข	25	ก
8	ค	26	ง
9	ง	27	ข
10	ค	28	ข
11	ข	29	ค
12	ข	30	ง
13	ข	31	ค
14	ก	32	จ
15	ก	33	ค
16	ข	34	ง
17	ข	35	ก
18	ค		

แบบทดสอบ การแก้ปัญหาและการพิสูจน์สำหรับนักศึกษาครู
เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ และ พื้นที่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 37 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ แบบทดสอบปรนัยให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน ส่วนแบบทดสอบแบบอัตนัยมีรายละเอียดในการให้คะแนนแนบท้ายแบบทดสอบ
2. แบบทดสอบปรนัยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.24-0.90 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.20-0.60

**แบบทดสอบ การแก้ปัญหาและการพิสูจน์
เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ และ พื้นที่**

ชื่อ(ตัวบรรจง).....สกุล..... ชั้นปีที่.....
สถาบันราชภัฏ.....

คำชี้แจง

1. ข้อสอบฉบับนี้มี 2 ชุด ดังนี้คือ
 - ชุดที่ 1 เป็นแบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบปรนัย 5 ตัวเลือกมีทั้งหมด 21 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 1 ถึงข้อ 21
 - ชุดที่ 2 เป็นแบบทดสอบการพิสูจน์ทางเรขาคณิต ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ
 - ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบปรนัย 5 ตัวเลือก มีทั้งหมด 16 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 22 ถึงข้อ 37
 - ตอนที่ 2 เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ ตั้งแต่ข้อ 38 ถึงข้อ 43

2. สำหรับข้อสอบแบบปรนัย ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว โดย ~~X~~ ทับข้อที่ถูกต้องที่สุดดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

ข้อ 00. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

- ก. มีด้านยาวเท่ากันทุกด้าน
- ข. มีขนาดของมุมเท่ากันทุกมุม
- ค. มีขนาดของมุมเท่ากันสองมุม
- ง. มีขนาดของมุมทุกมุมเท่ากับ 60 องศา
- จ. ข้อ ก. ถึง ข้อ ง.

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค. ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย X ทับข้อ ค. ดังนี้

~~X~~

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ทำเครื่องหมาย ทับคำตอบเดิมแล้วเปลี่ยนคำตอบใหม่

ตัวอย่าง

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค. เป็นข้ออื่น ให้ปฏิบัติดังนี้

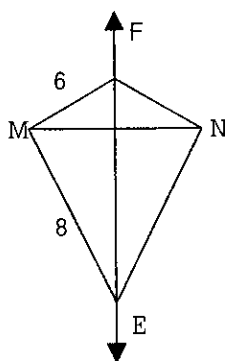
~~X~~

3. สำหรับข้อสอบแบบอัตนัย ให้นักศึกษาแสดงวิธีทำลงในข้อสอบในช่องว่างที่เว้นไว้ให้

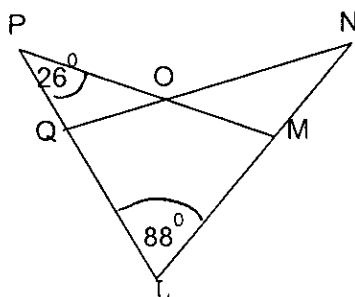
ชุดที่ 1 แบบทดสอบการแก้ปัญหา

1. ข้อความเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการข้อใด ไม่ถูกต้อง
 - ก. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากสองรูปที่มีด้านประกอบมุมฉากเท่ากัน เป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ
 - ข. รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วสองรูปที่มีฐานยาวเท่ากัน เป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ
 - ค. เส้นมัธยฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วจะตั้งฉากกับฐานของรูปสามเหลี่ยม
 - ง. มุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วเท่ากันทุกประการ
 - จ. จุดที่อยู่บนเส้นแบ่งครึ่งมุม ๑ หนึ่ง จะมีระยะห่างจากแขนของมุมเป็นระยะเท่ากันเสมอ (ม.ม.ด.)

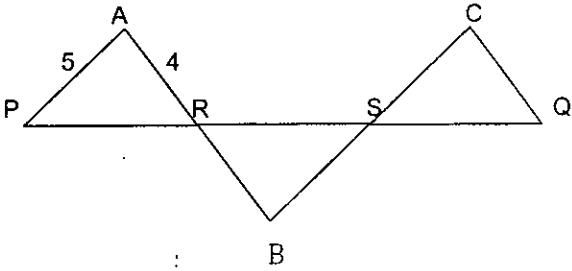
2. จากรูปข้างล่างนี้ $EM = EN = 8$, $FM = FN = 6$ ข้อใดกล่าวได้ ถูกต้อง



- ก. $\overline{EF} \perp \overline{MN}$
 - ข. $\overline{EF}$ แบ่งครึ่ง $\overline{MN}$
 - ค. $\overline{EF}$ แบ่งรูปสี่เหลี่ยม MFNE ออกเป็นรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ 2 รูป
 - ช. $\overline{EF}$ แบ่งครึ่งและตั้งฉากกับ $\overline{MN}$
 - จ. ถูกทุกข้อ
3. ถ้ากำหนดให้ $\triangle PLM \cong \triangle NLQ$, $\angle PLM = 88^\circ$ และ $\angle MPL = 26^\circ$ แล้วมุม NQL เท่ากับกี่องศา

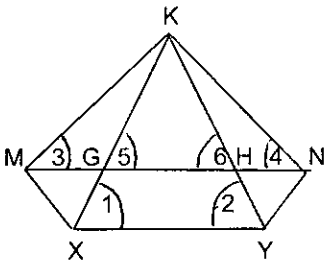


4. จากรูปที่กำหนดให้ R และ S เป็นจุดแบ่ง $\overline{PQ}$ ออกเป็น 3 ส่วนเท่ากัน $AR = BR$, $BS = CS$ ถ้า $\overline{AR}$, $\overline{AP}$ และ $\overline{PQ}$ ยาว 4, 5 และ 18 ซม. ตามลำดับ $\overline{CQ}$ มีความยาวกี่เซนติเมตร



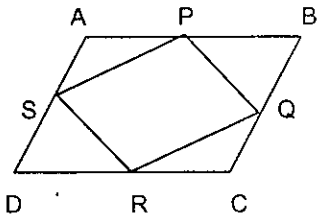
- ก. 3
- ข. 4
- ค. 5
- ง. 18
- จ. ข้อมูลไม่เพียงพอจึงหาคำตอบไม่ได้

5. จากรูปหลายเหลี่ยม MXYNK ถ้า $\hat{1} = \hat{2}$ แล้ว ข้อใดสรุปถูกต้อง



- ก. $\overline{XK} \cong \overline{YK}$
- ข. $\overline{GK} \cong \overline{HK}$
- ค. $\hat{5} = \hat{1}$
- ง. $\hat{5} = \hat{6}$
- จ. $\hat{3} = \hat{4}$

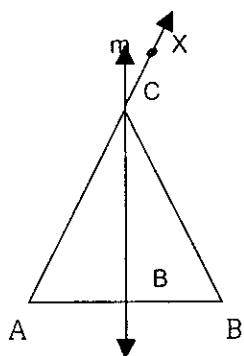
6. ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน มี P,Q,R และ S เป็นจุดกึ่งกลางด้าน AB, BC, CD และ DA ตามลำดับ



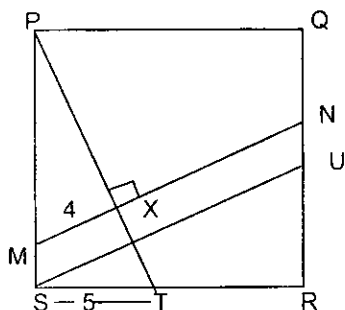
ข้อใดถูกต้อง

- ก. ☐ PQRS เป็นรูปวาว
- ค. ☐ PQRS เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- จ. ☐ PQRS เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
- ข. ☐ PQRS เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
- ง. ☐ PQRS เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

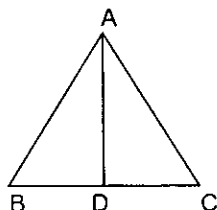
7. จากรูปกำหนดให้ m แบ่งครึ่งและตั้งฉากกับ $\overline{AB}$, $\overline{AX}$ ตัด m ที่จุด C ข้อใดถูกต้อง



- ก. $AX > CB + CX$ ข. $AX = CB + CX$
 ค. $AX < CB + CX$ ง. $AX < BC$
 จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง
8. PQRS เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีด้านยาวด้านละ 12 ซม. มี T เป็นจุดบน $\overline{RS}$ ซึ่ง $ST = 5$ เซนติเมตร $\overline{MN} \perp \overline{PT}$ ตัด $\overline{PT}$ ที่ X ลาก $\overline{SU} \parallel \overline{MN}$ ถ้า $MX = 4$ ซม. แล้ว $\overline{XN}$ ยาว เท่ากับกี่เซนติเมตร

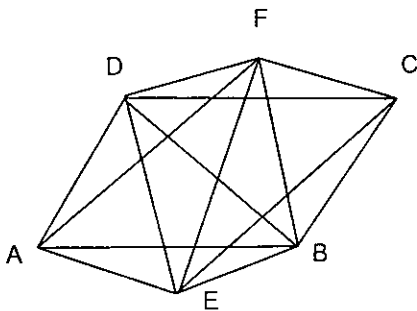


- ก. 4 ข. 7 ค. 9 ง. 13 จ. 17
9. ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มี $AB = AC$ และ $\overline{AD}$ เป็นเส้นมัธยฐาน ข้อใดไม่ถูกต้อง



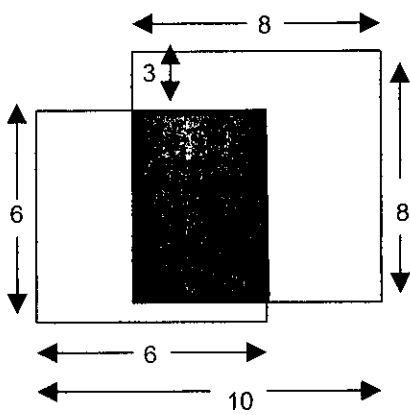
- ก. $\overline{AD} \perp \overline{BC}$ ข. $BD = DC$ ค. $\hat{A}BD = \hat{A}CB$ ง. $\triangle ABD \cong \triangle ACD$ จ. $\hat{B}AD = \hat{C}AD$

10. ถ้ากำหนดให้ ABCD และ BEDF เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน แล้ว $\square$ AECF เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด



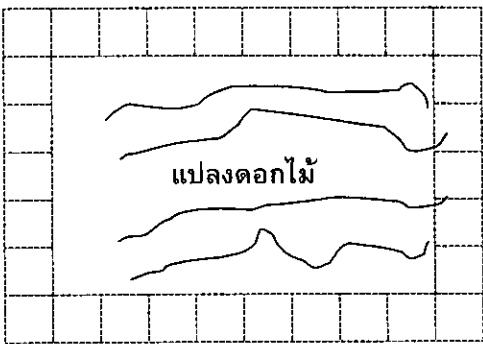
- ก. รูปว่าว
- ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- ค. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
- ง. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
- จ. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

11. ถ้ากำหนดให้ความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็น เซนติเมตรแล้วพื้นที่ส่วนที่ซ้อนทับกันของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสสองรูปเป็นกี่ตารางเซนติเมตร



- ก. 10
- ข. 20
- ค. 24
- ง. 30
- จ. 64

12. แปลงดอกไม้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีทางเดินโดยรอบปูด้วยแผ่นกระเบื้องรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังรูป ถ้าพื้นที่ทางเดินเป็น 60 ตารางเมตร จงหาพื้นที่ของแปลงดอกไม้

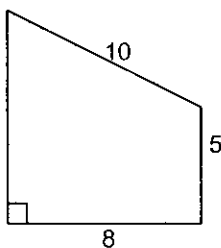


- ก. 70
- ข. 80
- ค. 130
- ง. 140
- จ. 200

18. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสามเหลี่ยมมีพื้นที่เท่ากัน ถ้ารูปสี่เหลี่ยมมีฐานยาว 12 หน่วย และส่วนสูงเป็น 9 หน่วย และรูปสามเหลี่ยมมีฐานยาว 36 หน่วย แล้ว ส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมเป็นกี่หน่วย

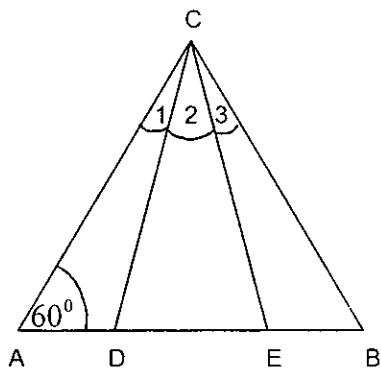
ก. 3 ข. 6 ค. 9 ง. 12 จ. 18

19. จากรูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่กำหนดให้มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย



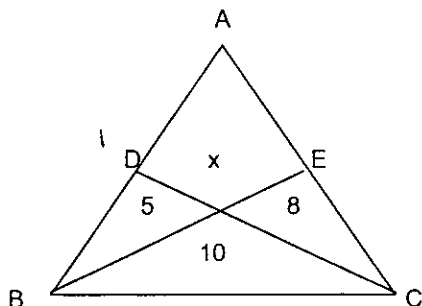
ก. 28 ข. 40 ค. 50 ง. 64 จ. 80

20. ถ้ากำหนดให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยม มี D และ E อยู่ระหว่าง A และ B ดังรูป และ $\overline{AC} \cong \overline{BC}$, $\overline{DC} \cong \overline{EC}$, $\hat{A} = 60^\circ$, $\hat{1} + \hat{3} = 20^\circ$ แล้ว $\hat{1}$ เป็นกี่องศา



ก. 170 ข. 140 ค. 60 ง. 40 จ. 10

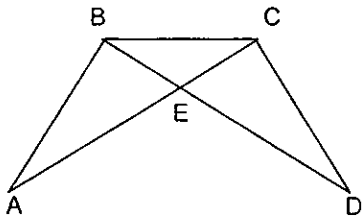
21. ถ้ากำหนดให้ สามเหลี่ยม ABC มี D และ E อยู่ระหว่างด้าน AB และด้าน AC ตามลำดับ ตัวเลขที่กำหนดให้ในรูปแทนพื้นที่ของรูป ดังรูป แล้ว x เป็นกี่ตารางหน่วย



ก. 27 ข. 22 ค. 18 ง. 15 จ. 12

แบบทดสอบการพิสูจน์ทางเรขาคณิต

ตอนที่ 1 จากสิ่งที่กำหนดให้ และการพิสูจน์ต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามในข้อ 22 - 31



สิ่งที่กำหนดให้ $\overline{AB} \cong \overline{DC}$, $\overline{AC} \cong \overline{DB}$

จะต้องพิสูจน์ $\triangle ABC \cong \triangle DCB$

พิสูจน์

ข้อความ	เหตุผล
1. $\overline{AB} \cong \overline{DC}$	1. -----(a)-----
2. -----(b)-----	2. สิ่งกำหนดให้
3. -----(c)-----	3. -----(d)-----
4. $\triangle ABC \cong \triangle DCB$	4. -----(e)-----

22. (a) แทนด้วยข้อความใด

- ก. สิ่งกำหนดให้
- ข. $\triangle ABC \cong \triangle DCB$
- ค. เป็นด้านของรูปสามเหลี่ยมที่มีฐานร่วมกัน
- ง. พิจารณาจากรูป
- จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

23. (b) แทนด้วยข้อความใด

- ก. $\triangle ABC \cong \triangle DCB$
- ข. $\widehat{BAC} = \widehat{CDB}$
- ค. $\overline{AC} \cong \overline{DB}$
- ง. $\triangle ABC$ และ $\triangle DCB$ มีฐานร่วมกัน

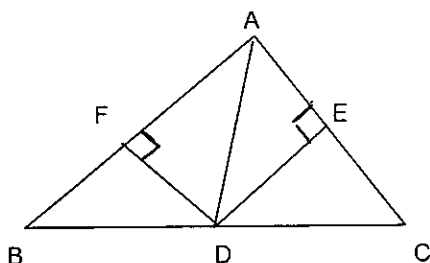
24. (c) และ (d) แทนด้วยข้อความใด

- ก. $\widehat{BAC} = \widehat{CDB}$, มุมยอดของรูปสามเหลี่ยมที่มีฐานร่วมกัน
- ข. $\overline{BC} \cong \overline{BC}$, เป็นด้านร่วม
- ค. $\widehat{ACB} = \widehat{DCB}$, มุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมที่มีฐานร่วมกัน
- ง. $\widehat{ACB} = \widehat{DAC}$, มุมแย้ง
- จ. $\widehat{AEB} = \widehat{DEC}$, มุมตรงข้าม

25. (e) แทนข้อความใด

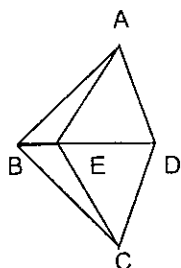
- ก. ด.ม.ด.
- ข. ม.ด.ม.
- ค. ด.ด.ด.
- ง. ม.ม.ด.
- จ. ฉ.ด.ด.

26. กำหนดให้ $\overline{AD}$ เป็นเส้นแบ่งครึ่ง $\angle BAC$, $\overline{DE}$ และ $\overline{DF}$ ตั้งฉากกับ $\overline{AC}$ และ $\overline{AB}$ ตามลำดับ
จะได้ว่า $\overline{DE} \cong \overline{DF}$ เพราะเหตุผลใด



- ก. เป็นด้านตรงข้ามมุมที่เท่ากัน ข. $\triangle BDF \cong \triangle CDE$ (จ.ต.ด.)
 ค. $\triangle ADF \cong \triangle ADE$ (ม.ม.ด.) ง. $\angle DBF = \angle DCE$
 จ. $\angle BAD = \angle CAD$

27. กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมมี $\overline{AB} \cong \overline{CB}$, $\overline{AE} \cong \overline{CE}$ และ กำหนดข้อความต่อไปนี้

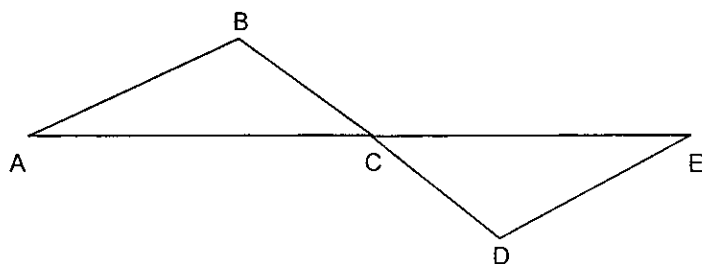


- (a) $\overline{AB} \cong \overline{CB}$, $\overline{AE} \cong \overline{CE}$, $\overline{BE} \cong \overline{BE}$
 (b) $\angle DEA = \angle DEC$
 (c) $\angle AEB = \angle CEB$
 (d) $\angle BEA + \angle AED = \angle BEC + \angle CED$
 (e) $\triangle ABE \cong \triangle CBE$

ข้อใดเป็นลำดับขั้นตอนในการพิสูจน์ว่า $\angle DEA = \angle DEC$

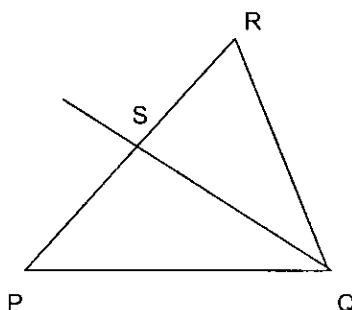
- ก. (a),(b), (c),(d),(e) ข. (e),(a),(c),(d),(b)
 ค. (e),(a),(c),(b),(d) ง. (a),(e),(c),(d),(b)
 จ. (e),(a),(d),(b),(c)

28. กำหนดให้ $\overline{AE}$ และ $\overline{BD}$ ตัดกันที่ C , $\overline{AC} \cong \overline{EC}$, $\overline{BC} \cong \overline{DC}$



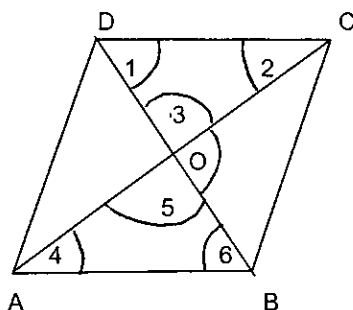
ข้อใดแสดงเหตุผลว่า $\triangle ABC \cong \triangle EDC$

- ก. $\overline{AC} \cong \overline{EC}$, $\angle ABC = \angle EDC$, $\overline{BC} \cong \overline{DC}$ (ด.ม.ด.)
 ข. $\overline{AC} \cong \overline{EC}$, $\angle ACB = \angle ECD$, $\overline{BC} \cong \overline{DC}$ (ด.ม.ด.)
 ค. $\overline{AC} \cong \overline{EC}$, $\overline{BC} \cong \overline{DC}$, $\overline{AB} \cong \overline{ED}$ (ด.ด.ด.)
 ง. $\angle BAC = \angle DEC$, $\angle BCE = \angle DCE$, $\overline{AB} \cong \overline{ED}$ (ม.ม.ด.)
 จ. $\angle BAC = \angle DEC$, $\angle BCE = \angle DCE$, $\overline{AC} \cong \overline{EC}$ (ม.ด.ม.)
29. กำหนดให้ $\overline{SP} \cong \overline{SR}$ และ $\angle PSQ = \angle RSQ$ ข้อใดแสดงเหตุผลว่า $\triangle QPS \cong \triangle QRS$



- ก. ด.ม.ด. ข. ด.ด.ด. ค. ม.ม.ด. ง. ด.ด.ด. จ. จ.ด.ด.

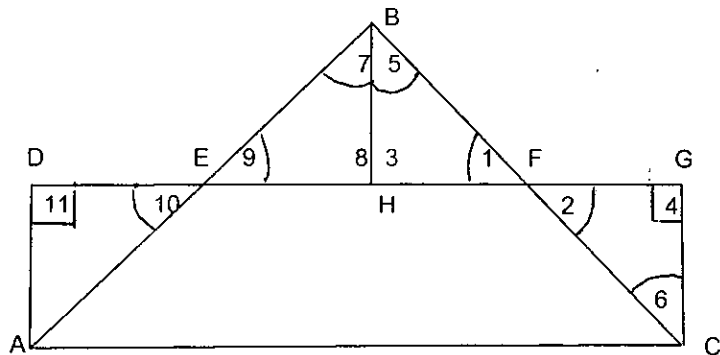
30. กำหนดให้ $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{3} = \hat{5}$, $AB = DC$, $\triangle DOC$ และ $\triangle BOA$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด



- ก. เท่ากันทุกประการ เพราะ $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{3} = \hat{5}$, $AB = DC$ (ม.ม.ด.)
 ข. เท่ากันทุกประการ เพราะ $\hat{1} = \hat{6}$, $AB = DC$, $\hat{3} = \hat{5}$ (ม.ด.ม.)
 ค. เท่ากันทุกประการ เพราะ $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{2} = \hat{4}$, $\hat{3} = \hat{5}$ (ม.ม.ม.)
 ง. เท่ากันทุกประการ เพราะ $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{3} = \hat{5}$, $DO = BO$ (ม.ม.ด.)
 จ. ไม่เท่ากันทุกประการ

ข้อมูลที่กำหนดให้ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 31 – 38

กำหนดให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยม DG ตัดกับ AB และ CE ที่จุด E และ F ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลาง AB และ CB และ $DACG$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า จะพิสูจน์ว่า พ.ท. $\square DACG =$ พ.ท. $\triangle ABC$



สร้างเพื่อการพิสูจน์ ลาก $BH \perp DG$ ที่ H
พิสูจน์

ข้อความ	เหตุผล
1. $\triangle BHF \cong \triangle CGF$	1. $\hat{3} = \hat{4}, \hat{1} = \hat{2}, \overline{BF} \cong \overline{CF}$
2. $\triangle BHE \cong \triangle ADE$	2. -----(a)-----
3. พ.ท. $\triangle BHF =$ พ.ท. $\triangle CGF$	3. รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากัน ทุกประการจะมีพื้นที่เท่ากัน
4. -----(b)-----	4. รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากัน ทุกประการจะมีพื้นที่เท่ากัน
5. พ.ท. $\square DACG =$ พ.ท. $\triangle DAE +$ พ.ท. $\square ACFE +$ พ.ท. $\triangle CGF$	5. -----(c)-----
6. พ.ท. $\square DACG =$ พ.ท. $\triangle BHE +$ -----(d)----- + พ.ท. $\triangle BHF$ $=$ พ.ท. $\triangle ABC$	6. -----(e)-----

31. (a) แทนข้อความในข้อใด

- ก. พ.ท. $\triangle BHE =$ พ.ท. $\triangle DAE$
- ข. พ.ท. ของรูปใหญ่ = ผลบวกของ พ.ท. ของรูปย่อย
- ค. พ.ท. $\square ACFE$
- ง. จากข้อ 3 และ ข้อ 4
- จ. มุม $8 =$ มุม 11 , มุม $9 =$ มุม 10 , $BE = EA$

32. (b) แทนข้อความในข้อใด

ก. พ.ท $\triangle BHE =$ พ.ท $\triangle DAE$

ข. พ.ท ของรูปใหญ่ = ผลบวกของ พ.ท ของรูปย่อย

ค. พ.ท. $\square ACFE$

ง. จากข้อ 3 และ ข้อ 4

จ. มุม 8 = มุม 11 , มุม 9 = มุม 10 , $BE = EA$

33. (c) แทนข้อความในข้อใด

ก. พ.ท $\triangle BHE =$ พ.ท $\triangle DAE$

ข. พ.ท ของ รูปใหญ่ = ผลบวกของ พ.ท ของรูปย่อย

ค. พ.ท. $\square ACFE$

ง. จากข้อ 3 และ ข้อ 4

จ. มุม 8 = มุม 11 , มุม 9 = มุม 10 , $BE = EA$

34. (d) แทนข้อความในข้อใด

ก. พ.ท $\triangle BHE =$ พ.ท $\triangle DAE$

ข. พ.ท ของ รูปใหญ่ = ผลบวกของ พ.ท ของรูปย่อย

ค. พ.ท. $\square ACFE$

ง. จากข้อ 3 และ ข้อ 4

จ. มุม 8 = มุม 11 , มุม 9 = มุม 10 , $BE = EA$

35. (e) แทนข้อความในข้อใด

ก. พ.ท $\triangle BHE =$ พ.ท $\triangle DAE$

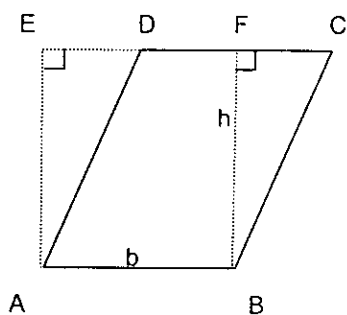
ข. พ.ท ของ รูปใหญ่ = ผลบวกของ พ.ท ของรูปย่อย

ค. พ.ท. $\square ACFE$

ง. จากข้อ 3 และ ข้อ 4

จ. มุม 8 = มุม 11 , มุม 9 = มุม 10 , $BE = EA$

36. ถ้ากำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานซึ่งมีความยาวฐานเป็น b และความสูงเป็น h ดังรูป และข้อความดังต่อไปนี้



(1) $\triangle DAE \cong \triangle BFC$ (จ.ด.ด.)

(2) $\hat{E} = \hat{F}$, $EA = FB$, $AD = BC$

(3) พ.ท. $\square ABCD =$ พ.ท. $\square ABFE$

(4) พ.ท. $\square ABCD = \frac{1}{2}bh$

(5) พ.ท. $\square ABFE = \frac{1}{2}bh$

ข้อใดแสดงลำดับขั้นตอนในการพิสูจน์ว่า พ.ท. $\square ABCD = \frac{1}{2}bh$

ก. (1),(2),(3),(4),(5)

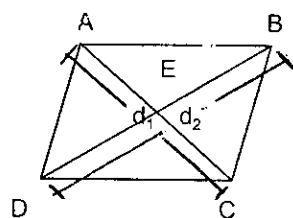
ข. (1),(2),(3),(5),(4)

ค. (2),(1),(3),(5),(4)

ง. (2),(1),(3),(4),(5)

จ. (1),(3),(2),(4),(5)

37. กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมี d_1 และ d_2 เป็นเส้นทแยงมุมตัดกันที่ E ข้อใดไม่ถูกต้อง



ก. พ.ท. $\square ABCD = \frac{1}{2}d_1d_2$

ข. $\triangle AED \cong \triangle CBE$

ค. พ.ท. $\triangle ADE =$ พ.ท. $\triangle CDE$

ง. $\triangle ADE \cong \triangle CDE$

จ. พ.ท. $\triangle ABD = \frac{1}{4}d_1d_2$

แบบทดสอบการพิสูจน์ทางเรขาคณิต ตอนที่ 2

คำชี้แจง

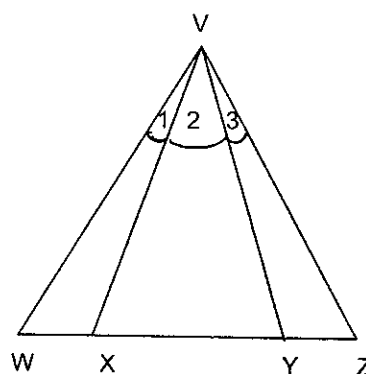
1. แบบทดสอบตอนนี้เป็นแบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ คือ ข้อ 38 ถึงข้อ 43
2. กำหนดเวลาในการทดสอบฉบับนี้ไว้ 35 นาที
3. ให้นักศึกษาเขียนตอบลงในกระดาษที่เว้นไว้ให้ในแต่ละข้อ โดยสามารถตอบได้ทั้งด้านหน้าและหลังของกระดาษเขียนตอบ
4. ขอให้นักศึกษาพยายามตอบทุกข้อ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถตอบได้เสร็จสมบูรณ์ก็ตาม เพราะการให้คะแนนจะแยกเป็นส่วน ๆ

38. จงแสดงการพิสูจน์ให้สมบูรณ์โดยเติมคำตอบลงในช่องว่างที่เว้นไว้ (3 คะแนน)

กำหนดให้ : $\hat{W} = \hat{Z}$

และ $\overline{WX} \cong \overline{YZ}$

จะต้องพิสูจน์ว่า : $\hat{1} = \hat{2}$



ข้อความที่ต้องพิสูจน์	เหตุผล
1. $\hat{W} = \hat{Z}$	สิ่งกำหนดให้
2.	
3.	
4. $\hat{1} = \hat{2}$	

39. ข้อความ : ถ้าลากส่วนสูงของสามเหลี่ยมหน้าจั่วไปยังฐาน แล้วส่วนสูงนี้จะแบ่งครึ่งมุมยอด
ถ้า ต้องการพิสูจน์ข้อความข้างต้นนี้ จะต้องปฏิบัติดังนี้

- 1. สร้างรูป (1 คะแนน)
- 2. เขียน สิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการพิสูจน์(2 คะแนน)

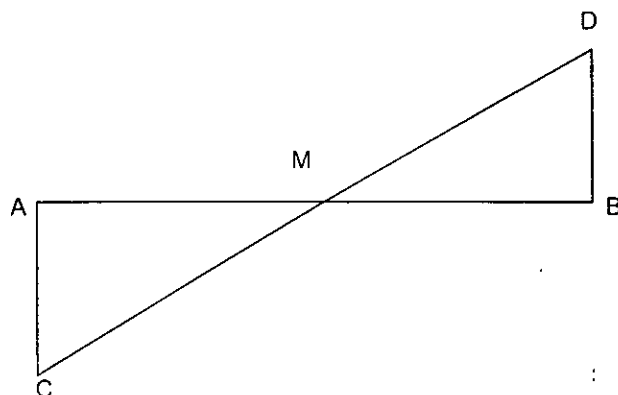
รูป

สิ่งที่กำหนดให้.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

สิ่งที่ต้องพิสูจน์.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

[ไม่ต้องแสดงการพิสูจน์ให้เปิดไปที่หน้าถัดไป]

40. จงแสดงการพิสูจน์ลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ (6 คะแนน)



กำหนดให้ : M เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{AB}$ และ $\overline{CD}$

สิ่งที่ต้องพิสูจน์ $\triangle ACM \cong \triangle BDM$

พิสูจน์

กรุณาเปิดไปหน้าต่อไป

41. จงแสดงการพิสูจน์ทฤษฎีบทต่อไปนี้ โดยการเติมข้อความในช่องว่างที่เว้นไว้

ทฤษฎีบท : เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสยาวเท่ากันทุกประการ

กำหนดให้ :

.....
.....
.....
.....

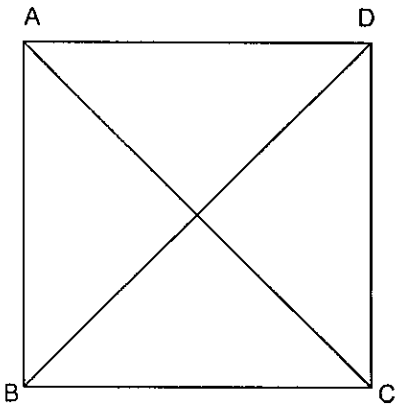
(1 คะแนน)

สิ่งที่ต้องพิสูจน์ :

.....
.....
.....
.....

(2 คะแนน)

พิสูจน์(6 คะแนน)

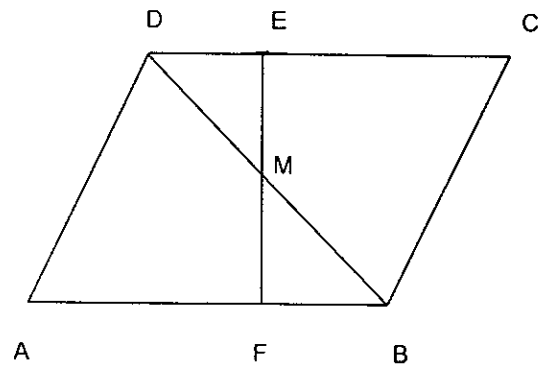


42. จงแสดงการพิสูจน์ในช่องว่างที่เว้นไว้ให้

กำหนดให้ : $AB = DC$ และ $AD = BC$

M เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{DB}$ และอยู่บน $\overline{EF}$

สิ่งที่ต้องพิสูจน์ $FM = ME$

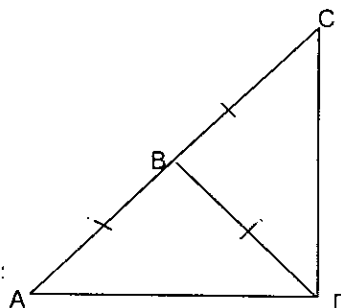


พิสูจน์ (6 คะแนน)

43. จงแสดงการพิสูจน์ทฤษฎีบทในช่องว่างที่กำหนดให้ (6 คะแนน)

กำหนดให้ : B เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{AC}$ และ $AB = BD$

จงพิสูจน์ว่า $\triangle CDA$ เป็นมุมฉาก



ข้อสอบข้อนี้เป็นข้อสุดท้าย ถ้ามีเวลาเหลือกรุณาดูข้อสอบคำตอบแต่ละข้ออีกครั้ง

เฉลยคำตอบแบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์แบบอิตนัยและ เกณฑ์การให้คะแนน

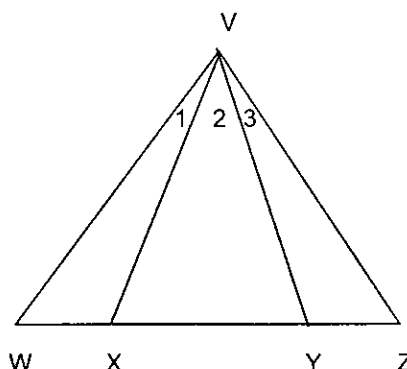
- หมายเหตุ
1. ตัวเอียง เป็นคำตอบ
 2. ไนวงเล็บ เป็นเกณฑ์การให้คะแนน
 3. เกณฑ์การให้คะแนนเป็นเกณฑ์คร่าว ๆ นักศึกษาครูอาจตอบหรือให้เหตุผลที่แตกต่างไปจากนี้หรือเรียงลำดับไม่เหมือนที่เฉลยไว้ ถ้าคำตอบนั้นสมมูลกับคำตอบที่เฉลยไว้จะให้คะแนนเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้
 4. ถ้านักศึกษาครูคนใดแสดงคำตอบที่ไม่เหมือนที่เฉลยไว้ จะต้องพิจารณาว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องก็ให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ที่ตั้งไว้ ถ้าไม่ถูกต้อง ให้คะแนนเป็น 0

38. จงแสดงการพิสูจน์ให้สมบูรณ์โดยเติมคำตอบลงในช่องว่างที่เว้นไว้ (3 คะแนน)

กำหนดให้ : $\angle W \cong \angle Z$

และ $\overline{WX} \cong \overline{YZ}$

จะต้องพิสูจน์ว่า $\angle 1 \cong \angle 3$

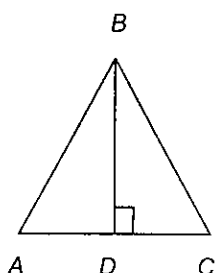


ข้อความที่ต้องพิสูจน์	เหตุผล
1. $\angle W \cong \angle Z, \overline{WX} \cong \overline{YZ}$	สิ่งกำหนดให้
2. $\overline{WV} \cong \overline{ZV}$ ($\frac{3}{5}$ คะแนน)	ด้านประกอบมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ($\frac{3}{5}$ คะแนน)
3. $\triangle WVX \cong \triangle ZVY$ ($\frac{3}{5}$ คะแนน)	จากข้อ 1, 2 และ $\hat{W} \cong \hat{Z}$ หรือ (ม.ด.ม.) ($\frac{3}{5}$ คะแนน)
4. $\angle 1 \cong \angle 3$	จากข้อ 3 (มุมที่สมนัยกัน) ($\frac{3}{5}$ คะแนน)

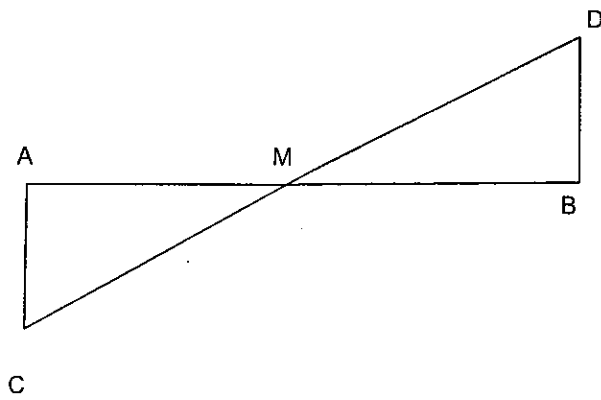
39. ข้อความ : ถ้าลากส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วไปยังฐาน แล้วส่วนสูงนี้จะแบ่งครึ่งมุมยอด

ถ้าต้องการพิสูจน์ข้อความข้างต้นนี้ จะต้องปฏิบัติดังนี้

1. สร้างรูป (1 คะแนน)
2. เขียน สิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการพิสูจน์

รูป 	สิ่งกำหนดให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มี $\overline{AC}$ เป็นฐานและ $\hat{B}$ เป็นมุมยอด (1 คะแนน) ลาก $\overline{BD} \perp \overline{AC}$ ที่ D (1 คะแนน) สิ่งที่ต้องพิสูจน์ $\hat{ABD} \equiv \hat{CBD}$ (1 คะแนน)

40. จงแสดงการพิสูจน์ลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ (6 คะแนน)



กำหนดให้ : M เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{AB}$ และเป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{CD}$
สิ่งที่ต้องพิสูจน์ $\triangle ACM \cong \triangle BDM$

พิสูจน์

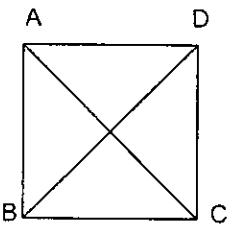
ข้อความ		เหตุผล	
1. $\overline{MA} \cong \overline{MB}$	$(\frac{3}{4}$ คะแนน)	กำหนดให้ M เป็นจุดกึ่งกลาง $\overline{AB}$	$(\frac{3}{4}$ คะแนน)
2. $\widehat{CMA} \cong \widehat{DMB}$	$(\frac{3}{4}$ คะแนน)	มุมตรงข้าม	$(\frac{3}{4}$ คะแนน)
3. $\overline{CM} \cong \overline{DM}$	$(\frac{3}{4}$ คะแนน)	กำหนดให้ M เป็นจุดกึ่งกลาง $\overline{CD}$	$(\frac{3}{4}$ คะแนน)
4. $\triangle ACM \cong \triangle BDM$	$(\frac{3}{4}$ คะแนน)	จากข้อ 1, 2 และ 3 (ค.ม.ด.)	$(\frac{3}{4}$ คะแนน)

41. จงแสดงการพิสูจน์ทฤษฎีบทต่อไปนี้ โดยการเติมข้อความในช่องว่างที่เว้นไว้

ทฤษฎีบท : เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวเท่ากันทุกประการ

กำหนดให้ : $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
มี $\overline{AC}$ และ $\overline{DB}$ เป็นเส้นทแยงมุม

สิ่งที่ต้องพิสูจน์ : $\overline{AC} \cong \overline{DB}$



พิสูจน์

ข้อความ		เหตุผล	
1. $\overline{AB} = \overline{DC}$	($\frac{6}{10}$ คะแนน)	กำหนดให้	($\frac{6}{10}$ คะแนน)
2. $\hat{A}BC = \hat{D}CB$	($\frac{6}{10}$ คะแนน)	ต่างเท่ากับ 1 มุมฉาก	($\frac{6}{10}$ คะแนน)
3. $\overline{BC} = \overline{CB}$	($\frac{6}{10}$ คะแนน)	ด้านร่วม	($\frac{6}{10}$ คะแนน)
4. $\triangle ABC \cong \triangle DCB$	($\frac{6}{10}$ คะแนน)	จากข้อ 1, 2 และ 3 (ด.ม.ด.)	($\frac{6}{10}$ คะแนน)
5. ดังนั้น $\overline{AC} = \overline{DB}$	($\frac{6}{10}$ คะแนน)	ด้านที่สมนัยกัน	($\frac{6}{10}$ คะแนน)

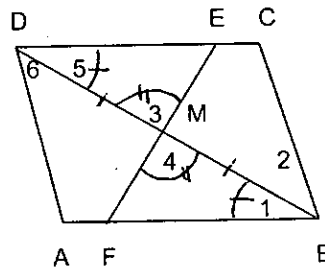
42. จงแสดงการพิสูจน์ในช่องว่างที่เว้นไว้ให้

กำหนดให้ : $AB = DC$ และ $AD = BC$

M เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{DB}$

M อยู่บน $\overline{EF}$

จะต้องพิสูจน์ว่า $FM = ME$



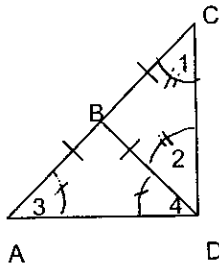
พิสูจน์

ข้อความ		เหตุผล	
1. $AB = DC$ และ $AD = BC$	($\frac{3}{8}$ คะแนน)	สิ่งกำหนดให้	($\frac{3}{8}$ คะแนน)
2. $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน	($\frac{3}{8}$ คะแนน)	รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน 2 คู่เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน	($\frac{3}{8}$ คะแนน)
3. $\overline{DC} \parallel \overline{AB}$	($\frac{3}{8}$ คะแนน)	ด้านตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานย่อมขนานกัน	($\frac{3}{8}$ คะแนน)
4. $\hat{1} = \hat{5}$	($\frac{3}{8}$ คะแนน)	$\overline{DC} \parallel \overline{AB}$ และมี $\overline{DB}$ เป็นเส้นลากตัดขวางทำให้มุมแย้งเท่ากัน	($\frac{3}{8}$ คะแนน)
5. $BM = DM$	($\frac{3}{8}$ คะแนน)	M เป็นจุดกึ่งกลาง $\overline{DB}$	($\frac{3}{8}$ คะแนน)
6. $\hat{3} = \hat{4}$	($\frac{3}{8}$ คะแนน)	มุมตรงข้าม	($\frac{3}{8}$ คะแนน)
7. $\triangle BMF \cong \triangle DME$	($\frac{3}{8}$ คะแนน)	จากข้อ 4, 5, 6 (ด.ม.ด.)	($\frac{3}{8}$ คะแนน)
8. $FM = ME$	($\frac{3}{8}$ คะแนน)	ด้านที่สมนัยกัน	($\frac{3}{8}$ คะแนน)

43. จงแสดงการพิสูจน์ทฤษฎีบทในช่องว่างที่กำหนดให้

กำหนดให้ : B เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{AC}$ และ $AB = BD$

จงพิสูจน์ว่า $\angle CDA$ เป็นมุมฉาก



พิสูจน์

ข้อความ	เหตุผล
1. $\hat{3} = \hat{4}$ ($\frac{3}{9}$ คะแนน)	$AB = DB$ ($\frac{3}{9}$ คะแนน)
2. $\hat{1} = \hat{2}$ ($\frac{3}{9}$ คะแนน)	$BC = CD$ ($\frac{3}{9}$ คะแนน)
3. $\hat{1} + \hat{3} = \hat{4} + \hat{2}$ ($\frac{3}{9}$ คะแนน)	จากข้อ 1, 2 ($\frac{3}{9}$ คะแนน)
4. $\hat{1} + \hat{3} + \hat{4} + \hat{2} = 180^\circ$ ($\frac{3}{9}$ คะแนน)	ผลบวกของขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม ($\frac{3}{9}$ คะแนน)
5. $(\hat{4} + \hat{2}) + (\hat{4} + \hat{2}) = 180^\circ$ ($\frac{3}{9}$ คะแนน)	จากข้อ 3 ($\hat{1} + \hat{3} = \hat{4} + \hat{2}$) ($\frac{3}{9}$ คะแนน)
6. $2(\hat{4} + \hat{2}) = 180^\circ$ ($\frac{3}{9}$ คะแนน)	จากข้อ 5 ($\frac{3}{9}$ คะแนน)
7. $\hat{4} + \hat{2} = 90^\circ$ ($\frac{3}{9}$ คะแนน)	หารด้วย 2 ทั้งสองข้างของสมการ ($\frac{3}{9}$ คะแนน)
8. $\angle CDA = \hat{4} + \hat{2} = 90^\circ$ ($\frac{3}{9}$ คะแนน)	$\hat{4} + \hat{2} = \angle CDA$ ($\frac{3}{9}$ คะแนน)
9. $\angle CDA$ เป็นมุมฉาก ($\frac{3}{9}$ คะแนน)	จากข้อ 8 ($\frac{3}{9}$ คะแนน)

**แบบทดสอบวัดความรู้เรื่องหลักสูตร และวิธีสอน เรขาคณิต
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**

ชื่อนักศึกษา.....ชั้นปีที่.....

สถาบันราชภัฏ.....

คำชี้แจง

1. ข้อสอบชุดนี้เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ
2. ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกาเครื่องหมาย × ทับข้อ
ที่เป็นคำตอบดังตัวอย่าง

ข้อ 00. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

- ก. มีด้านยาวเท่ากันทุกด้าน
- ข. มีขนาดของมุมเท่ากันทุกมุม
- ค. มีขนาดของมุมเท่ากันสองมุม
- ง. มีขนาดของมุมทุกมุมเท่ากับ 60 องศา
- จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค. ให้นักศึกษากาเครื่องหมาย × ทับข้อ ค. ดังนี้

~~ค.~~

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย — ทับคำตอบเดิม แล้วเปลี่ยนคำตอบใหม่

ตัวอย่าง

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค. เป็นข้ออื่น ให้ปฏิบัติดังนี้ ~~ค.~~

1. ในหนังสือรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาแกนของทุกคน เมื่อนักเรียนเรียนจบแล้ว นักเรียนจะได้รับความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตในเนื้อหาใด
 - ก. จุด เส้นตรง
 - ข. จุด มุม ค. เส้นตรง และมุม
 - ง. การสร้าง
 - จ. การพิสูจน์
 2. เนื้อหาใดที่ไม่ได้บรรจุไว้ใน ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ซึ่งเป็นวิชาบังคับแก่น
 - ก. ความเท่ากันทุกประการ
 - ข. สมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
 - ค. พื้นที่
 - ง. ความคล้าย
 - จ. ไม่มีข้อใดถูก
 3. ในหนังสือเรียนรายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 เมื่อเรียนจบ นักเรียนจะได้รับความรู้ ความเข้าใจทางเรขาคณิตในเนื้อหาใด
 - ก. จุด เส้น มุม
 - ข. ความเท่ากันทุกประการ
 - ค. ปริมาตร
 - ง. ความคล้าย
 - จ. เส้นขนาน
 4. เนื้อหาใดที่ไม่ได้บรรจุอยู่ในรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ 1 ซึ่งเป็นวิชาบังคับแก่นของทุกคน
 - ก. เส้นตรง
 - ข. มุม
 - ค. เส้นตรง และมุม
 - ง. การสร้าง
 - จ. ไม่มีข้อใดถูก
 5. ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม ข้อใดไม่เป็นความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตที่นักเรียนควรจะได้รับหลังการเรียนแล้ว
 - ก. ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส
 - ข. วงกลม
 - ค. การพิสูจน์
 - ง. เรขาคณิตวิเคราะห์
 - จ. ถูกทุกข้อ
 6. ในรายวิชา ค 031 บางครั้งบอกให้เขียนวิธีสร้างอย่างละเอียดบางครั้งบอกให้เขียนวิธีสร้างพอสังเขปข้อใดไม่ถูกต้อง
 - ก. การเขียนวิธีสร้างพอสังเขป เป็นการเขียนวิธีสร้างคร่าวๆ โดยไม่บอกรายละเอียดของวิธีสร้าง
 - ข. การเขียนวิธีสร้างพอสังเขป เป็นการเขียนวิธีสร้างในเนื้อหาที่มีพื้นฐานจากเรื่องอื่น ส่วนที่เป็นการสร้างพื้นฐานจึงไม่ต้องเขียนรายละเอียดของวิธีการสร้าง
 - ค. การเขียนวิธีสร้างที่เป็นการบอกมโนทัศน์เริ่มแรก ต้องบอกรายละเอียดของวิธีการสร้าง
 - ง. การเขียนวิธีสร้างพอสังเขป ได้สาระสำคัญมากกว่า ไม่เสียเวลาพิจารณารายละเอียด
 - จ. ไม่มีข้อใดไม่ถูกต้อง
 7. เนื้อหาเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งเป็นวิชาบังคับแก่น ไม่ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ใด
 - ก. ด้าน-มุม-ด้าน
 - ข. มุม-ด้าน-มุม
 - ค. ด้าน-ด้าน-ด้าน
 - ง. ข้อ ข และข้อ ค
 - จ. ฉาก-ด้าน-ด้าน
 8. ใน ค 204 คณิตศาสตร์ 4 ได้บรรจุเนื้อหาเรขาคณิตใดไว้ในหลักสูตร
 - ก. พื้นที่
 - ข. ปริมาตร
 - ค. เส้นขนาน
 - ง. ความเท่ากันทุกประการ
 - จ. สมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

9. ข้อใดไม่ถือเป็นการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต

- ก. การสร้างส่วนของเส้นตรงให้มีความยาวเท่ากับที่กำหนดให้
- ข. การสร้างมุมให้มีขนาดเท่ากับที่กำหนดให้
- ค. การแบ่งครึ่งมุมที่กำหนดให้
- ง. การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ โดยการลากเส้นแบ่งครึ่ง และตั้งฉาก
- จ. การสร้างรูปสามเหลี่ยมให้เท่ากับรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้

10. ข้อใด ไม่ใช่ สาระสำคัญของสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

- ก. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากคือ รูปสามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉาก
- ข. ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

ค. เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วตั้งฉากกับฐาน

ง. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากมีความยาวด้านเป็นอัตราส่วน 3 : 4 : 5

จ. ถูกทุกข้อ

11. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของเส้นขนาน

ก. เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ ขนาดของมุมภายในที่อยู่ข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเป็น 180°

ข. เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน

ค. เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ มุมภายในบนข้างเดียวกันมีขนาดเท่ากัน

ง. เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ มุมภายนอก และมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด มีขนาดเท่ากัน

จ. ถูกทุกข้อ

12. สมบัติรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน กล่าวไว้อย่างไร

ก. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จะมีพื้นที่เท่ากัน

ข. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จะมีความยาวด้านเท่ากันสามคู่

ค. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จะเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ

ง. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน หมายถึงรูปสามเหลี่ยมที่มีขนาดของมุมเท่ากันสามคู่

จ. ถูกทุกข้อ

13. ข้อใดไม่ใช่ ทฤษฎีของปีทาโกรัส

ก. ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ กำลังสองของความยาวด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

ข. ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉาก

ค. ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ ความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของความยาวด้านประกอบมุมฉาก

ง. ข้อ ก, ข

จ. ข้อ ก, ค

23. ในรายวิชาเลือก ระดับ ม.3 มีลักษณะเนื้อหาเป็นอย่างไร

- ก. เน้นมโนทัศน์พื้นฐาน
- ข. เน้นเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับผู้ต้องการศึกษาในระดับ ม.ปลาย หรือระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
- ค. เน้นเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานในการเรียนสาขาวิชาอื่น
- ง. เน้นเนื้อหาที่นักเรียนทุกคนควรรู้
- จ. เน้นคณิตศาสตร์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

24. ในรายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 เรื่องพื้นที่ เป็นการสอนมโนทัศน์ลักษณะใด

- ก. มโนทัศน์พื้นฐานของพื้นที่ของรูปเรขาคณิต
- ข. ทบทวนความสัมพันธ์ของมโนทัศน์พื้นที่รูปเรขาคณิต
- ค. การหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิต
- ง. การเปลี่ยนหน่วยพื้นที่
- จ. ถูกทุกข้อ

25. ในการสอนเรื่องสัญลักษณ์ของการเท่ากันทุกประการหรือความคล้ายกับรูปสามเหลี่ยมสองรูป มีหลักสำคัญในการเขียนด้านหรือมุมอย่างไร

- ก. คู่ที่เท่ากัน ข. คู่ที่ขนานกัน ค. คู่ที่สมนัยกัน
- ง. คู่ที่คล้ายกัน จ. ไม่มีข้อใดถูก

26. ในรายวิชา ค 101 เรื่องเส้นตรง และมุม มีหลักในการสอนเกี่ยวกับวิธีสร้างอย่างไร

- ก. สอนตามกิจกรรมและเนื้อหา โดยเขียนวิธีการสร้างอย่างละเอียด
- ข. สอนตามกิจกรรมและเนื้อหา โดยไม่ต้องเขียนคำอธิบายวิธีสร้าง
- ค. สอนตามกิจกรรมและเนื้อหา โดยบอกวิธีสร้างพอสังเขป
- ง. สอนตามกิจกรรมและเนื้อหา โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการสร้าง
- จ. สอนตามกิจกรรมและเนื้อหา โดยแสดงการพิสูจน์ด้วย

27. ในรายวิชา ค 101 เรื่อง ความยาว พื้นที่ ปริมาตร ควรสอนโดยเน้นอะไร

- ก. การปฏิบัติ ข. ทฤษฎี ค. ความเข้าใจ ง. ความจำ จ. การนำไปใช้

28. รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 เรื่องความเท่ากันทุกประการ สิ่งใดมีความสำคัญน้อยที่สุด

- ก. บทนิยามของความเท่ากันทุกประการ
- ข. บทนิยามเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมสองรูป
- ค. ความสัมพันธ์ของด้าน และมุมของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ
- ง. การลอกรูปเพื่อทดสอบความเท่ากันทุกประการของรูป
- จ. การนำความรู้ความเข้าใจเรื่องความเท่ากันทุกประการไปใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม

หน้าจั่ว

29. ในการสอนการสร้างมุมให้มีขนาดเท่ากัน แขนของมุมมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

- ก. ยาวเท่ากัน ข. ไม่ต้องยาวเท่ากัน ค. หักกันสนิท
- ง. ข้อ ก. และ ข. จ. ถูกทุกข้อ

30. หลักการสอนการนำความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมสองรูป ไปใช้ในการพิสูจน์คืออะไร

ก. การฝึกให้นักเรียนตรวจสอบความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมสองรูปโดยการยกรูปซ้อนกัน

ข. การฝึกให้นักเรียนท่องจำการพิสูจน์ และเหตุผล

ค. การฝึกให้นักเรียนจำการพิสูจน์ และเลียนแบบการพิสูจน์

ง. การฝึกให้นักเรียนท่องจำการพิสูจน์ และลอกตามครู

จ. การฝึกให้นักเรียนเขียนเหตุผลให้ชัดเจนทุกครั้ง

31. ในรายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 เรื่องสมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ข้อใดไม่ใช่จุดประสงค์การเรียนรู้ประจำบท

ก. บอกและนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้

ข. บอกและนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ไปใช้ในการพิสูจน์ทางเรขาคณิต

ค. บอกจำนวนบางจำนวนที่ไม่สามารถแทนได้ด้วยเศษส่วนของจำนวนเต็มและใช้สัญลักษณ์ $\sqrt{\quad}$ ได้ถูกต้อง

ง. หารากที่สองของจำนวนเต็มที่หาคำตอบได้ง่าย โดยวิธีแยกตัวประกอบ และตาราง

จ. หารากที่สองของจำนวนอตรรกยะด้วยตนเอง

32. ในการสอนเรื่องพื้นที่ของรูปเรขาคณิตในรายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 นั้นกำหนดให้นักเรียนหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตโดยไม่ต้องอาศัยสิ่งใด

ก. สูตร ข. บทนิยาม ค. การค้นหาพื้นที่ของรูปด้วยตนเอง

ง. ความเข้าใจ จ. ความรู้พื้นฐาน

33. ในการพิสูจน์ทางเรขาคณิตมีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกให้นักเรียนมีคุณลักษณะใด

ก. มีความคิดในการใช้เหตุผล

ข. มีความเข้าใจในการใช้เหตุผล

ค. สามารถแสดงความคิดได้อย่างมีระเบียบ

ง. ข้อ ข. และ ค.

จ. ข้อ ก. , ข. และ ค.

34. ข้อใดไม่ใช่จุดมุ่งหมายของการสอนเนื้อหาการพิสูจน์ทฤษฎีบททางเรขาคณิต

ก. แนะนำให้นักเรียนรู้จักการพิสูจน์ทฤษฎีบททางเรขาคณิต

ข. แนะนำให้นักเรียนรู้จักการเขียนบทพิสูจน์ทางเรขาคณิต

ค. นักเรียนนำการพิสูจน์ทฤษฎีบททางเรขาคณิตไปใช้ได้

ง. แสดงให้นักเรียนเห็นว่าในการสร้างทางเรขาคณิต ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับการพิสูจน์

จ. การเขียนบทพิสูจน์ข้อความทางเรขาคณิต ต้องเขียนอยู่ในรูปตาราง เพราะมองเห็นและเข้าใจ

ลำดับขั้นของการพิสูจน์ได้ง่าย

35. ในการสอนการพิสูจน์ทฤษฎีบททางเรขาคณิต อุปกรณ์ใดเหมาะสำหรับใช้ในการแสดงขั้นตอน และการแยกประเภท

- ก. แผนภาพ
- ข. แผนภูมิ
- ค. ซอล์กสี
- ง. เส้นจำนวน
- จ. รูปภาพ

เฉลยแบบทดสอบความรู้หลักสูตรและวิธีสอน

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ค	19	ค
2	ง	20	ง
3	ง	21	ง
4	ข	22	ข
5	ค	23	ข
6	ง	24	จ
7	จ	25	ค
8	ข	26	ง
9	จ	27	ก
10	ข	28	ง
11	ค	29	ง
12	จ	30	จ
13	ค	31	จ
14	จ	32	ค
15	จ	33	จ
16	ง	34	จ
17	ง	35	ค
18	ค		

แบบประเมินการเตรียมการสอนของนักศึกษาครู

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้ใช้ประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครูระหว่างทดลองสอนภาคสนาม
2. คณะประเมิน ประกอบด้วย อาจารย์พี่เลี้ยงซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป อาจารย์นิเทศสถาบันราชภัฏ ซึ่งมีประสบการณ์การสอนและการนิเทศนักศึกษาครูตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป และ ผู้วิจัย รวม 3 คน
3. การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้วิธีให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น 2 ครั้งว่าแบบประเมินนี้สามารถวัดความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครูได้

แบบประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครู

การเตรียมการสอนกลุ่มที่..... เรื่อง.....
ชั้น.....
โรงเรียน.....
รายชื่อนักศึกษาประจำกลุ่ม 1.....
2.....
3.....
ชื่อผู้ประเมิน
ตำแหน่ง
โรงเรียน/สถาบัน.....

โปรดพิจารณาความสามารถด้าน *การเตรียมการสอน* ของนักศึกษาครูต่อไปนี้ แล้วประเมินว่ามีความรู้ความสามารถในระดับใดโดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องนั้นๆ

ข้อ	ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	จัดทำแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม					
2	เขียนจุดประสงค์ของการสอนได้ถูกต้อง ชัดเจน และเหมาะสม					
3	เขียนความคิดรวบยอด/หลักการได้ชัดเจนและเหมาะสม					
4	กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาในการสอนได้สอดคล้องกัน					
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์					
6	กำหนดสื่อการสอนได้สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา					
7	จัดเตรียมสื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน					
8	กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์					
9	เตรียมเครื่องมือในการวัดผลระหว่างสอนและหลังสอน เช่น แบบฝึกหัด ใบงาน คำถาม การบ้าน และ แบบทดสอบ เป็นต้น					
10	จัดลำดับขั้นตอนในแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม					
11	ใช้ภาษาถูกต้อง อ่านง่ายและสื่อความหมายชัดเจน					
12	ระบุเนื้อหาในการสอนชัดเจน					
13	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน					

แบบประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้ใช้ประเมินความสามารถการดำเนินการสอนของนักศึกษาครูระหว่างทดลองสอนภาคสนาม
2. คณะประเมิน ประกอบด้วย อาจารย์พี่เลี้ยงซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป อาจารย์สถาบันราชภัฏ ซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนและการนิเทศการสอนนักศึกษาครูตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป และ ผู้วิจัย รวม 3 คน
3. การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้วิธีให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น 2 ครั้งว่าแบบประเมินนี้สามารถวัดความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครูได้

แบบประเมินการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู

การดำเนินการสอนกลุ่มที่..... เรื่อง.....
ชั้น.....
โรงเรียน.....
รายนามนักศึกษาประจำกลุ่ม 1.....
2.....
3.....
ชื่อผู้ประเมิน
ตำแหน่ง
โรงเรียน/สถาบัน.....

โปรดพิจารณาความสามารถด้าน *การดำเนินการสอน* ของนักศึกษาครูต่อไปนี้ แล้วประเมินว่ามีความรู้ความสามารถในระดับใด โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องนั้นๆ

ข้อ	ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	นำเข้าสู่บทเรียนได้กระชับ รัดกุม และเหมาะสมกับเวลา					
2	นำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน					
3	นำเข้าสู่บทเรียนได้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา					
4	จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนอย่างมีขั้นตอน					
5	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน					
6	ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง					
7	ให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน					
8	จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเหมาะสมกับเวลา					
9	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนนำไปสรุปบทเรียนได้					
10	ใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา					
11	ให้ความสนใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง					
12	ยกตัวอย่างประกอบได้ตรงกับเนื้อหา					
13	ถ่ายทอดความรู้ได้ถูกต้องและแม่นยำในวิชาที่สอน					
14	มีความรู้ทันความก้าวหน้าทางวิชาการในวิชาที่สอน					
15	นำความรู้มาประยุกต์ในการสอนได้เหมาะสม					
16	ตอบข้อสงสัย/ข้อซักถามของนักเรียนได้ดี					
17	มีการสรุปบทเรียนในการสอน					
18	สรุปบทเรียนได้กระชับและใช้วิธีที่เหมาะสม					
19	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน					
20	ดำเนินการสอนตามแผนการสอน					
21	มีการวัดผลระหว่างการสอนเป็นระยะ					
22	มีการวัดผลหลังการสอน					
23	วัดผลได้สอดคล้องกับบทเรียน					
24	ใช้เวลาในการวัดผลได้เหมาะสม					
25	วัดผลได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์					

แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้ใช้ทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่นักศึกษาคูทดลองสอนภาคสนาม เพื่อค้นหาภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่
2. แบบทดสอบชุดนี้มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.72 ค่าความยากง่าย 0.33-0.72 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.06-0.28

หมายเลขข้อสอบ.....

แบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตศัพท์ทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน
เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่

ชื่อนักเรียน..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....
 โรงเรียน.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 25 ข้อ กำหนดเวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง
2. ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกาเครื่องหมาย X ทับข้อที่เป็น

คำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ 00. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

- ก. มีด้านยาวเท่ากันทุกด้าน
- ข. มีขนาดของมุมเท่ากันทุกมุม
- ค. มีขนาดของมุมเท่ากันสองมุม
- ง. มีขนาดของมุมทุกมุมเท่ากับ 60 องศา
- จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค. ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย X ทับข้อ ค. ดังนี้

~~X~~

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ทำเครื่องหมาย ทับคำตอบเดิมแล้วเปลี่ยนคำตอบใหม่

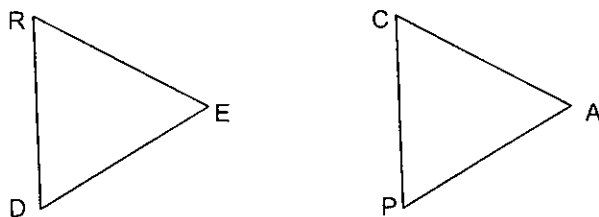
ตัวอย่าง

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค. เป็นข้ออื่น ให้ปฏิบัติดังนี้

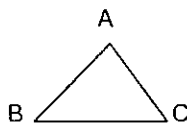
~~X~~

3. อนุญาตให้นักเรียนคิดและทบทวนข้อสอบได้
4. โปรดเขียนชื่อและนามสกุลให้ชัดเจน

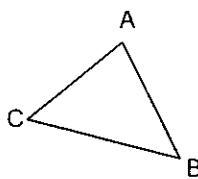
1. กำหนดให้ $\triangle RED \cong \triangle CAP$ ข้อใดแสดงส่วนที่สมนัยกัน



- ก. $\hat{R}$ สมนัยกับ $\hat{P}$, $\hat{D}$ สมนัยกับ $\hat{C}$, $\hat{E}$ สมนัยกับ $\hat{A}$
 ข. $\overline{RD}$ สมนัยกับ $\overline{CP}$, $\overline{RE}$ สมนัยกับ $\overline{CA}$, $\overline{DE}$ สมนัยกับ $\overline{PA}$
 ค. $\hat{E}$ สมนัยกับ $\hat{C}$, $\hat{R}$ สมนัยกับ $\hat{A}$, $\hat{D}$ สมนัยกับ $\hat{P}$
 ง. $\hat{R}$ สมนัยกับ $\overline{DE}$, $\hat{D}$ สมนัยกับ $\overline{RE}$ และ $\hat{D}$ สมนัยกับ $\hat{P}$
 จ. $\overline{CP}$ สมนัยกับ $\hat{A}$, $\overline{RD}$ สมนัยกับ $\hat{E}$ และ $\overline{DE}$ สมนัยกับ $\overline{PA}$
2. จากรูปที่กำหนดให้ ถ้า $\overline{AB}, \dots, \overline{AC}$ เป็นข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ ด.ม.ด. ของ $\triangle ABC$ แล้ว ... หมายถึงข้อใด

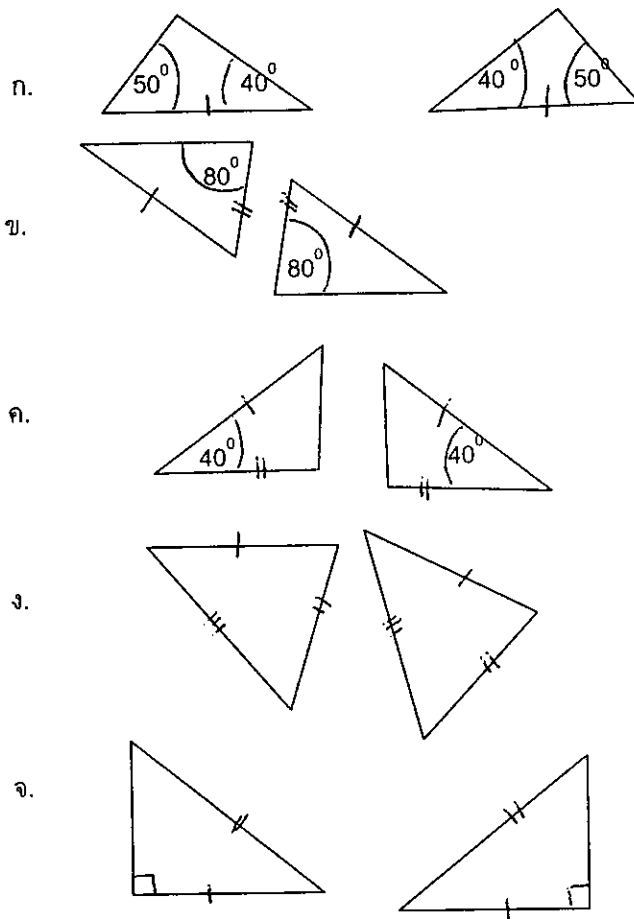


- ก. $\hat{A}$ ข. $\hat{B}$ ค. $\overline{BC}$ ง. $\overline{AB}$ จ. $\hat{C}$
3. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดเป็นข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ ม.ด.ม. ของ $\triangle ABC$



- ก. $\hat{A}, \hat{C}, \overline{AB}$
 ข. $\hat{A}, \hat{B}, \overline{BC}$
 ค. $\hat{B}, \overline{BC}, \hat{C}$
 ง. $\hat{B}, \hat{C}, \overline{AC}$
 จ. $\overline{AB}, \hat{C}, \overline{AC}$
4. ถ้า $\triangle BUM \cong \triangle RAP$ แล้วข้อใดถูกต้อง
- ก. $\hat{M} = \hat{P}$, $UM = PR$, $BM = PA$ ข. $UM = AP$, $\hat{M} = \hat{P}$, $BU = AR$
 ค. $\hat{B} = \hat{P}$, $\hat{M} = \hat{R}$, $UM = AP$ ง. $BM = RP$, $UM = AP$, $MB = PR$
 จ. $\hat{B} = \hat{R}$, $\hat{U} = \hat{P}$, $\hat{M} = \hat{A}$

คำตอบที่กำหนดให้ต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 5-6



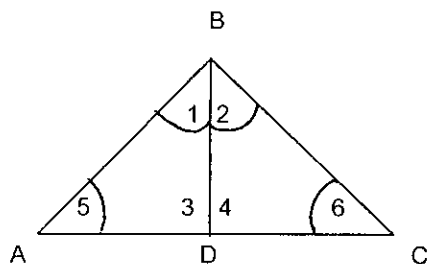
5. รูปสามเหลี่ยมคู่ใดเท่ากันทุกประการตามความสัมพันธ์ ม.ด.ม.

ก ข ค ง จ

6. รูปสามเหลี่ยมคู่ใดเท่ากันทุกประการตามความสัมพันธ์ ด.ด.ด.

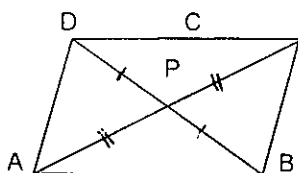
ก ข ค ง จ

7. ถ้ากำหนดให้ $AB = BC$, $\hat{1} = \hat{2}$, $BD = BD$ ดังรูป

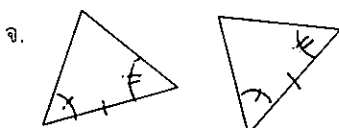
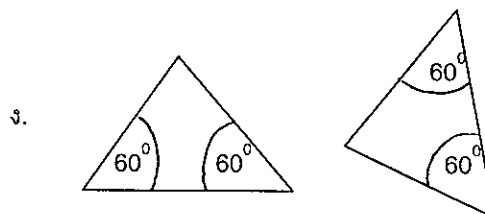
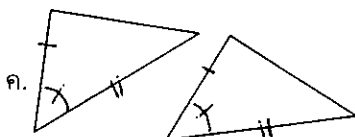
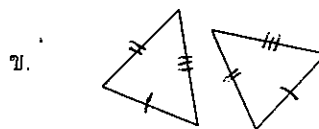
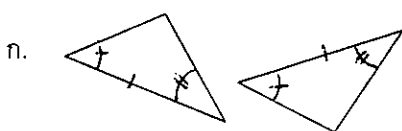


ข้อใดไม่ถูกต้อง

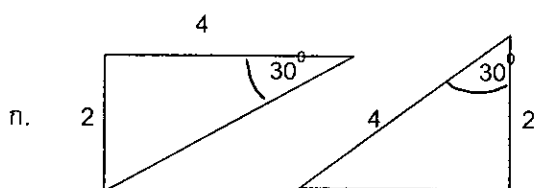
- ก. $\triangle ABD = \triangle CDB$
 - ข. $\hat{3} = \hat{4}$
 - ค. $\hat{5} = \hat{6}$
 - ง. $AD = CD$
 - จ. ไม่จำเป็นที่ $\triangle ABD \cong \triangle CBD$
8. ถ้ากำหนด $DP = PB$, $CP = PA$ แล้วข้อใดสรุปเกี่ยวกับ $\triangle DPC$ และ $\triangle BPA$ ได้ถูกต้อง



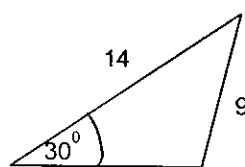
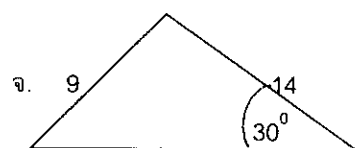
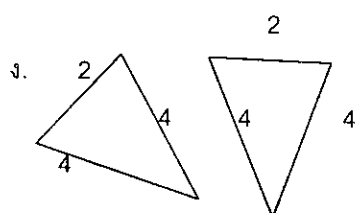
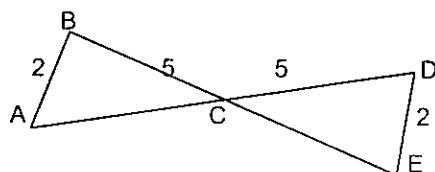
- ก. $\triangle DPC \not\cong \triangle BPA$
 - ข. $\triangle DPC \cong \triangle BPA$
 - ค. $\triangle DPC$ และ $\triangle BPA$ เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า
 - ง. $\triangle DPC$ และ $\triangle BPA$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว
 - จ. ยังไม่สามารถสรุปได้ว่า $\triangle DPC$ และ $\triangle BPA$ เท่ากันทุกประการ
9. รูปในข้อใดแสดงความสัมพันธ์ ด.ด.ด. ของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ



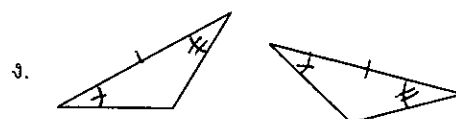
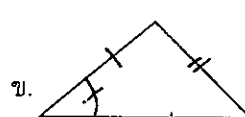
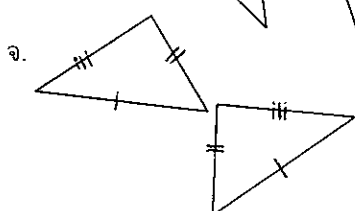
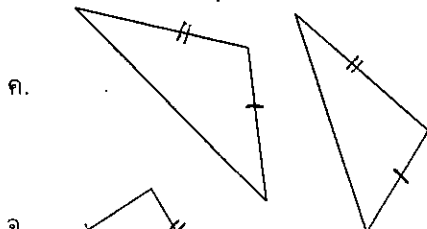
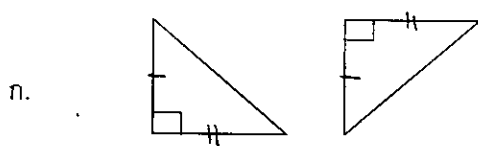
10. รูปที่กำหนดให้ข้อใดเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ



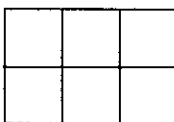
ข. กำหนด $BC=CD=5$ หน่วย ดังรูป



11. รูปที่กำหนดให้ข้อใดเป็นรูปคู่ที่ไม่สามารถสรุปได้ว่าเท่ากันทุกประการ

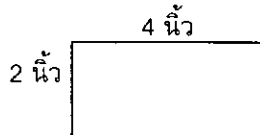


12. ถ้ารูป $\square$ หนึ่งรูปแทนพื้นที่ 1 ตารางหน่วย แล้ว รูปสี่เหลี่ยมดังรูปมีพื้นที่กี่ตารางหน่วย



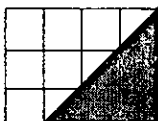
- ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 6 จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

13. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่กำหนดให้ มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย



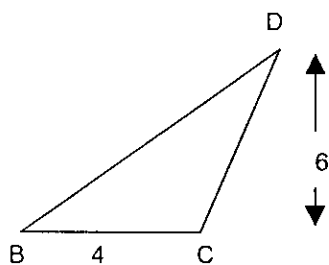
- ก. 2 ข. 4 ค. 6 ง. 8 จ. 12

14. พื้นที่ส่วนที่แรเงาเป็นกี่ตารางหน่วย ถ้ากำหนด $\square$ หนึ่งรูป แทน 1 ตารางหน่วย



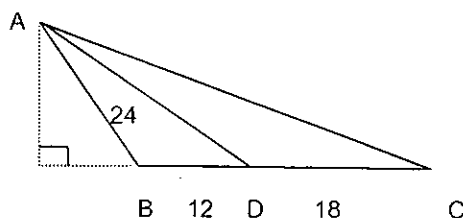
- ก. 4.5 ข. 6 ค. 9 ง. 14 จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

15. พื้นที่รูปสามเหลี่ยม DBC ดังรูป เป็นกี่ตารางหน่วย



- ก. 4 ข. 6 ค. 8 ง. 12 จ. 24

16. ถ้ากำหนดให้ รูปสามเหลี่ยม ABC มี D อยู่ระหว่าง B และ C ดังรูป แล้ว อัตราส่วนของพื้นที่ของ $\triangle ABD$ และ $\triangle ADC$ เป็นเท่าไร



ก. 1 : 2

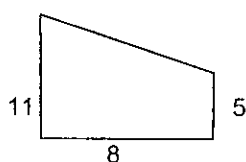
ข. 3 : 5

ค. 2 : 3

ง. 3 : 4

จ. 2 : 1

17. จากรูปที่กำหนดให้ พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมูเป็นกี่ตารางหน่วย



ก. 28

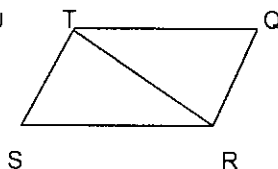
ข. 40

ค. 50

ง. 64

จ. 80

18. จากรูปที่กำหนดให้ ถ้ารูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน TQRS มีพื้นที่ 36 ตารางหน่วยแล้ว $\triangle TRS$ มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย



ก. 12

ข. 18

ค. 36

ง. 72

จ. ข้อมูลไม่เพียงพอ

19. ถ้ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีด้านยาวเป็น 2 เท่าของความยาวเดิม แล้ว พื้นที่จะเป็นกี่เท่าของพื้นที่ของรูปเดิม

ก. 1

ข. 2

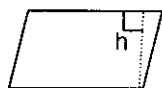
ค. 3

ง. 4

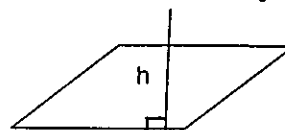
จ. 5

20. กำหนด h แทนส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยม ส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานในข้อใด ไม่ถูกต้อง

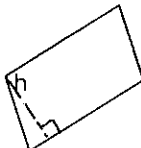
ก.



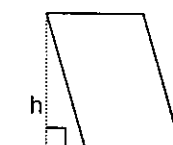
ข.



ค.



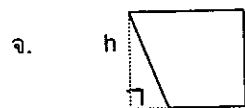
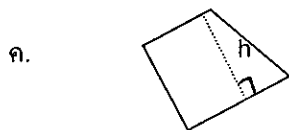
ง.



จ.



21. กำหนด h แทนส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ข้อใดแสดงส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูได้
ไม่ถูกต้อง



22. ถ้ารูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมีเส้นทแยงมุมยาว 6 และ 8 หน่วย แล้ว รูปสี่เหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่
กี่ตารางหน่วย

- ก. 2 ข. 3 ค. 4 ง. 12 จ. 24

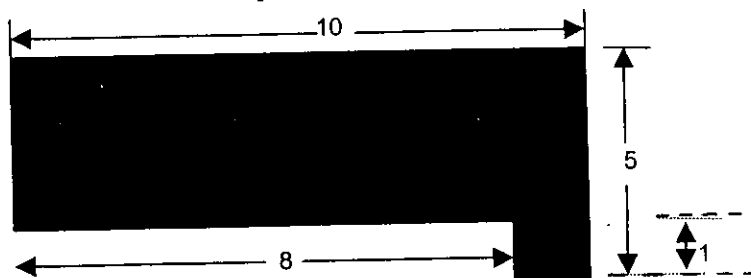
23. ถ้ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปหนึ่งมีด้านยาวด้านละ 7 นิ้ว แล้ว รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปนี้มีพื้นที่กี่ตาราง
นิ้ว

- ก. 3.5 ข. 7 ค. 12.25 ง. 14 จ. 49

24. ถ้าหน้าต่างบานหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งมีความยาว 5 ฟุต และความสูง 6 ฟุต แล้ว
หน้าต่างบานนี้ มีพื้นที่เป็นกี่ตารางฟุต

- ก. 6 ข. 7.5 ค. 11 ง. 15 จ. 30

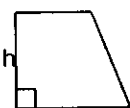
25. พื้นที่ส่วนที่แรเงาจากรูปหลายเหลี่ยมที่กำหนดให้ ดังรูป เป็นกี่หน่วย



- ก. 58 ข. 42 ค. 18 ง. 12 จ. 7

21. กำหนด h แทนส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ข้อใดแสดงส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูได้
ไม่ถูกต้อง

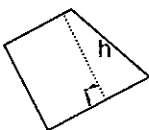
ก.



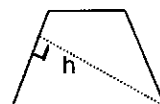
ข.



ค.



ง.



จ.



22. ถ้ารูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมีเส้นทแยงมุมยาว 6 และ 8 หน่วย แล้ว รูปสี่เหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 12

จ. 24

23. ถ้ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปหนึ่งมีด้านยาวด้านละ 7 นิ้ว แล้ว รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปนี้มีพื้นที่กี่ตารางนิ้ว

ก. 3.5

ข. 7

ค. 12.25

ง. 14

จ. 49

24. ถ้าหน้าต่าบ้านหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งมีความยาว 5 ฟุต และความสูง 6 ฟุต แล้ว หน้าต่าบ้านนี้ มีพื้นที่เป็นกี่ตารางฟุต

ก. 6

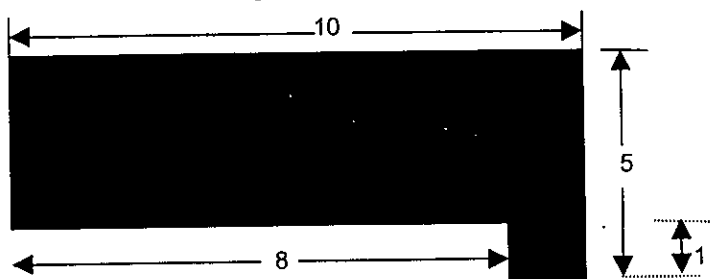
ข. 7.5

ค. 11

ง. 15

จ. 30

25. พื้นที่ส่วนที่แรเงาจากรูปหลายเหลี่ยมที่กำหนดให้ ดังรูป เป็นกี่หน่วย



ก. 58

ข. 42

ค. 18

ง. 12

จ. 7

เฉลยแบบทดสอบภาพลักษณ์โน้ตส์ของนักเรียน

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ข	14	ก
2	ก	15	ง
3	ค	16	ค
4	ค	17	ง
5	ก	18	ข
6	ง	19	ง
7	จ	20	ข
8	ก	21	ง
9	ข	22	จ
10	ง	23	จ
11	ค	24	จ
12	ง	25	ข
13	ง		

ภาคผนวก ง
คุณภาพเครื่องมือ

1. ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบภาพลักษณ์นิทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู
2. ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์
3. ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบภาพลักษณ์นิทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียน
4. ผลการหาคุณภาพของแบบประเมินการเตรียมการสอน
5. ผลการหาคุณภาพของแบบประเมินการดำเนินการสอน
6. ผลการหาคุณภาพของ แบบทดสอบวัดความรู้เรื่อง หลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตาราง 22 ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบ

ภาพลักษณ์โน้ตศัณทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู 70 คน คิด 33% = 23 คน ได้ค่าสัมประสิทธิ์

ความเชื่อมั่น = 0.88

ข้อ กลุ่ม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	คะแนน รวม
สูง 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	35	
สูง 2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	34	
สูง 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	33	
สูง 4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	33	
สูง 5	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	32	
สูง 6	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	32	
สูง 7	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	31	
สูง 8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	31	
สูง 9	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	31
สูง 10	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	30	
สูง 11	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	30	
สูง 12	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30	
สูง 13	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30	
สูง 14	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	29	
สูง 15	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	29
สูง 16	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	29	
สูง 17	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	29	
สูง 18	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	28	
สูง 19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	28
สูง 20	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28	
สูง 21	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	26	
สูง 22	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	26	
สูง 23	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	25
ต่ำ 23	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	22	
ต่ำ 22	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	21
ต่ำ 21	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	21	
ต่ำ 20	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	21
ต่ำ 19	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	20	
ต่ำ 18	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	20	
ต่ำ 17	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	20
ต่ำ 16	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	20
ต่ำ 15	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	19
ต่ำ 14	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	19	
ต่ำ 13	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	19
ต่ำ 12	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	18
ต่ำ 11	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	18
ต่ำ 10	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	18
ต่ำ 9	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	17
ต่ำ 8	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	17
ต่ำ 7	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	15
ต่ำ 6	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	15	
ต่ำ 5	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	14	
ต่ำ 4	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	14
ต่ำ 3	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	13	
ต่ำ 2	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	12	
ต่ำ 1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	11	
รวม	39	22	30	33	24	25	39	35	31	28	31	28	24	31	27	36	35	35	30	21	35	23	40	40	38	38	27	32	23	36	34	35	26	38	24	1093
R _n	22	13	21	23	15	15	23	21	17	21	22	22	18	19	21	20	21	21	18	12	23	18	22	22	22	22	15	21	16	21	22	21	19	23	17	
R _i	17	9	9	10	8	10	16	14	14	7	9	6	6	12	6	16	14	14	12	9	12	5	18	18	16	16	12	11	7	15	12	14	7	15	7	
ความยากง่าย	0.85	0.48	0.65	0.72	0.52	0.54	0.85	0.76	0.67	0.61	0.67	0.61	0.52	0.57	0.59	0.78	0.76	0.76	0.65	0.46	0.76	0.50	0.87	0.87	0.83	0.83	0.59	0.70	0.50	0.78	0.74	0.76	0.57	0.83	0.52	
อำนาจจำแนก	0.22	0.17	0.52	0.57	0.26	0.22	0.30	0.30	0.13	0.61	0.57	0.70	0.52	0.30	0.65	0.17	0.30	0.30	0.26	0.13	0.48	0.57	0.17	0.17	0.26	0.26	0.13	0.43	0.39	0.26	0.43	0.30	0.52	0.35	0.43	

ตาราง 24 ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบภาพลักษณ์ในทัศนคติทางเรขาคณิตสำหรับ นักเรียน เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ นักเรียน 80 คน คิด 33% = 27 คน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น = 0.72

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	คะแนนรวม
สูง 1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	20
สูง 2	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	15
สูง 3	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	18
สูง 4	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	18
สูง 5	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
สูง 6	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	16
สูง 7	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	16
สูง 8	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18
สูง 9	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	14
สูง 10	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	14
สูง 11	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	16
สูง 12	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	16
สูง 13	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	16
สูง 14	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	13
สูง 15	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	17
สูง 16	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	16
สูง 17	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	14
สูง 18	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	16
สูง 19	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	18
สูง 20	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	16
สูง 21	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	15
สูง 22	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	15
สูง 23	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	15
สูง 24	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	17
สูง 25	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	16
สูง 26	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	17
สูง 27	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	16
ค่า 27	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	11
ค่า 26	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	13
ค่า 25	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	11
ค่า 24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	12
ค่า 23	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13
ค่า 22	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	12
ค่า 21	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	11
ค่า 20	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
ค่า 19	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	11
ค่า 18	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	11
ค่า 17	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	10
ค่า 16	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	9
ค่า 15	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	9
ค่า 14	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7
ค่า 13	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	9
ค่า 12	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
ค่า 11	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	8
ค่า 10	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	8
ค่า 9	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	7
ค่า 8	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	8
ค่า 7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	6
ค่า 6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	7
ค่า 5	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	7
ค่า 4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	6
ค่า 3	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	6
ค่า 2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4
ค่า 1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
รวม	39	19	29	26	26	21	29	18	34	21	27	41	29	38	18	29	18	24	29	33	26	24	21	33	20	674
R _H	22	12	21	16	16	13	16	13	21	12	19	27	23	23	14	19	12	14	19	24	18	16	15	21	12	
R _L	17	7	8	10	10	8	13	5	13	9	8	14	6	15	4	10	6	10	10	9	10	8	6	12	8	
ความยากง่าย	0.72	0.35	0.54	0.48	0.48	0.39	0.54	0.33	0.63	0.39	0.50	0.76	0.54	0.70	0.33	0.54	0.33	0.44	0.54	0.61	0.52	0.44	0.39	0.61	0.37	
อำนาจจำแนก	0.19	0.09	0.24	0.11	0.11	0.09	0.06	0.15	0.15	0.06	0.20	0.24	0.31	0.15	0.19	0.17	0.11	0.07	0.17	0.28	0.15	0.15	0.17	0.17	0.07	

การหาคุณภาพของแบบทดสอบความรู้ด้านหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครู ผู้วิจัยใช้การตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์ศึกษาและทางด้านการนิเทศการสอนของนักศึกษาครูจำนวน 3 คน ตรวจสอบ ความเหมาะสมทางด้านรูปแบบและทางด้านภาษาของ โจทย์ ตัวเลือก ตัวลวง ผู้วิจัยแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของข้อสอบแต่ละข้อ 2 ครั้ง เมื่อประเมินครั้งที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไขตัวคำถาม ตัวเลือก ตัวลวงและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของข้อสอบบางข้อ ผู้วิจัยนำไปปรับปรุงแก้ไข อีกครั้ง หลังจากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นและทำการประเมินอีกครั้ง ผลปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเช่นเดียวกับครั้งแรกและได้ค่าดัชนีความสอดคล้องในการประเมินครั้งที่ 2 ของข้อสอบทุกข้อเป็น 1 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.5 (ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องแสดงในตาราง 26) ลักษณะของแบบประเมินที่ปรับปรุงแล้วเป็นดังนี้คือ

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบแต่ละข้อ
ของแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรและวิธีการสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เนื้อหา	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
1. เนื้อหา เรขาคณิต ระดับมัธยม ศึกษาตอนต้น	1. สามารถระบุเนื้อหา เรขาคณิตในระดับมัธยม ศึกษาตอนต้น	1. ในหนังสือเรียนรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ 1 ซึ่งเป็นวิชาแกนบังคับ เมื่อเรียนจบแล้ว นักเรียน จะได้รับความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตในเนื้อหา ใด ก. จุด ข. จุด มุม ค. เส้นตรง ง. การสร้าง จ. การพิสูจน์ 2. เนื้อหาใด <u>ไม่ได้</u> บรรจุในรายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ซึ่งเป็นวิชาแกนบังคับ ก. ความเท่ากันทุกประการ ข. สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ค. พื้นที่ ง. ความคล้าย จ. ไม่มีข้อใดถูก 3. ในหนังสือเรียนรายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 เมื่อเรียนจบแล้วนักเรียนจะได้รับความรู้ ความเข้าใจทางเรขาคณิตในเนื้อหาใด ก. จุด เส้น มุม ข. ความเท่ากันทุกประการ ค. ปริมาตร ง. ความคล้าย จ. เส้นขนาน			

เนื้อหา	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
1. เนื้อหา เรขาคณิตระดับ มัธยมศึกษา ตอนต้น	1. สามารถระบุเนื้อหา เรขาคณิตในระดับมัธยม ศึกษาตอนต้น	4. เนื้อหาใดไม่ได้บรรจุในรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ 1 ซึ่งเป็นวิชาแกนบังคับ ก. เส้นตรง ข. มุม ค. มุม และเส้นตรง ง. การสร้าง จ. ไม่มีข้อใดถูก 5. เนื้อหาใด <u>ไม่</u> ได้กำหนดไว้ในรายวิชา คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ก. ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส ข. วงกลม ค. การพิสูจน์ ง. เรขาคณิตวิเคราะห์ จ. กำหนดไว้ทุกเนื้อหาที่กล่าวมา 6. ในรายวิชา ค 031 บางครั้งบอกให้เขียนวิธีสร้าง อย่างละเอียดบางครั้งบอกให้เขียนวิธีสร้างพอ สังเขปข้อใด <u>ไม่</u> ถูกต้อง ก. การเขียนวิธีสร้างพอสังเขป เป็นการ เขียนวิธีสร้างคร่าวๆ โดยไม่บอกรายละเอียดของ วิธีสร้าง ข. การเขียนวิธีสร้างพอสังเขป เป็นการ เขียนวิธีสร้างในเนื้อหาที่มีพื้นฐานจากเรื่องอื่น ส่วนที่เป็นการสร้างพื้นฐานจึงไม่ต้องเขียนราย ละเอียดของวิธีการสร้าง ค. การเขียนวิธีสร้างที่เป็นการบอก ทัศน์เริ่มแรก ต้องบอกรายละเอียดของวิธีการสร้าง ง. การเขียนวิธีสร้างพอสังเขป ได้สาระ สำคัญมากกว่า ไม่เสียเวลาพิจารณารายละเอียด จ. ทุกข้อไม่ถูกต้อง			

เนื้อหา	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
1. เนื้อหา เรขาคณิต ระดับ มัธยมศึกษา ตอนต้น	1. สามารถระบุสาระ สำคัญของเนื้อหา เรขาคณิตในระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น	7. เนื้อหาเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการในระดับ มัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งเป็นวิชาบังคับแก่น <u>ไม่ได้</u> กล่าวถึงความสัมพันธ์ใด ก. ด้าน-มุม-ด้าน ข. มุม-ด้าน-มุม ค. มุม-มุม-ด้าน ง. ด้าน-ด้าน-ด้าน จ. ฉาก-ด้าน-ด้าน 8. ในรายวิชา ค 031 บางครั้งบอกให้เขียนวิธีสร้าง อย่างละเอียดบางครั้งบอกให้เขียนวิธีสร้างพอ สังเขปข้อใด<u>ไม่</u>ถูกต้อง ก. การเขียนวิธีสร้างพอสังเขป เป็นการเขียน วิธีสร้างคร่าวๆ โดยไม่บอกรายละเอียดของวิธี สร้าง ข. การเขียนวิธีสร้างพอสังเขป เป็นการ เขียนวิธีสร้างในเนื้อหาที่มีพื้นฐานจากเรื่องอื่น ส่วน ที่เป็นการสร้างพื้นฐานจึงไม่ต้องเขียนรายละเอียด ของวิธีการสร้าง ค. การเขียนวิธีสร้างที่เป็นการบอกมโนทัศน์ เริ่มแรก ต้องบอกรายละเอียดของวิธีการสร้าง ง. การเขียนวิธีสร้างพอสังเขป ได้สาระ สำคัญมากกว่า ไม่เสียเวลาพิจารณารายละเอียด จ. ทุกข้อไม่ถูกต้อง			

เนื้อหา	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
1. เนื้อหา เรขาคณิต ระดับมัธยม ศึกษาตอนต้น	2. สามารถระบุสาระ สำคัญของเนื้อหา เรขาคณิตในระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น	9. การสร้างใดที่<u>ไม่</u>ถือว่าเป็นพื้นฐานของการสร้างทางเรขาคณิต ก. การสร้างส่วนของเส้นตรงให้มีขนาดเท่ากับที่กำหนดให้ ข. สร้างมุมให้มีขนาดเท่ากับที่กำหนดให้ ค. การแบ่งครึ่งมุมเท่าที่กำหนดให้ ง. การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้โดยการสร้างเส้นแบ่งครึ่ง และตั้งฉาก จ. การสร้างรูปสามเหลี่ยมให้เท่ากับรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ 10. ข้อใด <u>ไม่ใช่</u> สาระสำคัญของสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ก. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากคือ รูปสามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉาก ข. ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก ค. เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วตั้งฉากกับฐาน ง. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากมีความยาวด้านเป็นอัตราส่วน 3 : 4 : 5 จ. ถูกทุกข้อ			

เนื้อหา	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
1. เนื้อหา เรขาคณิต ระดับมัธยม ศึกษาตอนต้น	1. สามารถระบุสาระ สำคัญของเนื้อหา เรขาคณิตในระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น	11. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของเส้นขนาน ก. เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ ขนาด ของมุมภายในที่อยู่ข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกัน เป็น 180° ข. เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ มุมแย้งมี ขนาดเท่ากัน ค. เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ มุมภายใน บนข้างเดียวกันมีขนาดเท่ากัน ง. เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ มุมภายใน ภายนอก และมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียว กันของเส้นตัด มีขนาดเท่ากัน จ. ถูกทุกข้อ 12. สมบัติรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน กล่าวไว้ อย่างไร ก. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จะมีพื้นที่เท่ากัน ข. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จะมีความยาวด้าน เท่ากันสามคู่ ค. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จะเป็น รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ง. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน หมายถึง รูปสามเหลี่ยมที่มีขนาดของมุมเท่ากันสามคู่ จ. ถูกทุกข้อ			

เนื้อหา	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
1. เนื้อหา เรขาคณิต ระดับมัธยม ศึกษาตอนต้น	2. สามารถระบุสาระ สำคัญของเนื้อหา เรขาคณิตในระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น	13. ข้อใดไม่ใช่ ทฤษฎีของปีทาโกรัส ก. ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ กำลังสองของ ความยาวด้านตรงข้าม เท่ากับผลบวกของกำลัง สองของความ ยาวของด้านประกอบมุมฉาก ข. ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ พื้นที่ของรูปสี่ เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวก ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบ มุมฉาก ค. ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ ความยาวด้าน ตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของความยาว ด้านประกอบมุมฉาก ง. ข้อ ก, ข จ. ข้อ ก, ค 14. ข้อใดไม่ใช่ สมบัติของวงกลม ก. มุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 90 องศา ข. มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมมีขนาดเป็นสอง เท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลม ค. มุมในส่วนโค้งของวงกลมวงหนึ่งที่รองรับด้วย ส่วนโค้งเดียวกันมีขนาดเท่ากัน ง. ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางมา ตั้งฉากกับคอร์ด จะแบ่งครึ่งคอร์ดนั้น จ. ทุกข้อเป็นสมบัติของวงกลม			

เนื้อหา	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
1. เนื้อหา เรขาคณิต ระดับมัธยม ศึกษาตอนต้น	2. สามารถระบุสาระ สำคัญของเนื้อหา เรขาคณิตในระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น	15. ในรายวิชา ค 021 ที่เน้นการพิสูจน์ทฤษฎีบท ทางเรขาคณิตนั้นนักเรียนควรจะได้รับความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาใดเพิ่มเติม ก. บทนิยาม ของการเคลื่อนที่รูปเรขาคณิต ข. สัจพจน์ ของการเคลื่อนที่รูปเรขาคณิต ค. บทนิยามของรูปเท่ากันทุกประการ ง. สัจพจน์ ของเส้นขนาน จ. ถูกทุกข้อ 16. ในแบบเรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ตอนต้น ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี กำหนดให้สิ่งใดต่อไปนี้ เป็นนิยาม ก. จุด ข. เส้น ค. เส้นตรง ง. ระนาบ จ. มุม 17. ในการสอนเรื่องความสัมพันธ์ เกี่ยวกับ รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการใน หลักสูตร กำหนดให้สอนความสัมพันธ์ใดบ้าง ก. ด้าน-มุม-ด้าน, มุม-ด้าน-มุม ข. มุม-ด้าน-มุม, มุม-มุม-ด้าน ค. ด้าน-มุม-ด้าน, ด้าน-ด้าน-ด้าน ง. ด้าน-มุม-ด้าน, มุม-ด้าน-มุม, ด้าน-ด้าน-ด้าน จ. มุม-มุม-ด้าน, ฉาก-ด้าน-ด้าน, ป้าน-ด้าน-ด้าน			

เนื้อหา	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
1. เนื้อหา เรขาคณิต ระดับมัธยม ศึกษาตอนต้น	2. สามารถระบุสาระ สำคัญของเนื้อหา เรขาคณิตในระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น	18. ในแบบเรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ตอนต้น ของ กำหนดจำนวนคาบวิชาแกนบังคับ ในระดับ ม.1 – ม.2 เป็นกี่คาบต่อสัปดาห์ ก. 2 ข. 3 ค. 4 ง. 5 จ. 6 19. ในรายวิชาเลือก คณิตศาสตร์ระดับมัธยม ศึกษาตอนต้น กำหนดจำนวนคาบวิชาแกนบังคับ ในระดับ ม. 3 เป็นกี่คาบต่อสัปดาห์ ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4 จ. 5 20. การสร้างทางเรขาคณิตใช้อุปกรณ์ใดบ้าง ก. สันตรง ข. วงเวียน ค. กระดาษลอกลาย ง. ข้อ ก และ ข จ. ข้อ ข และ ค 21. การแบ่งส่วนของเส้นตรงออกเป็นส่วนๆ ที่มีขนาดเท่ากันอาศัยความรู้เรื่องใด ก. มุมตรงข้าม ข. มุมประชิด ค. มุมประกอบ 2 มุมฉาก ง. มุมแย้ง จ. ไม่มีข้อใดถูก 22. ในรายวิชาเลือกเสรี ระดับ ม.3 กำหนด เวลาเรียนกี่คาบต่อสัปดาห์ ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4 จ. 5			

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
1. เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	2. สามารถระบุสาระสำคัญของเนื้อหาเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	23. ในรายวิชาเลือก ระดับ ม.3 มีลักษณะเนื้อหาเป็นอย่างไร ก. เน้นมโนทัศน์พื้นฐาน ข. เน้นเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับผู้ต้องการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ค. เน้นเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานในการเรียนสาขาวิชาอื่น ง. เน้นเนื้อหาที่นักเรียนทุกคนควรรู้ จ. เน้นคณิตศาสตร์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน			
2. กิจกรรมการเรียนรู้ การสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	3. สามารถบอกสาระสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	24. ในรายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 เรื่องพื้นที่ เป็นการสอนมโนทัศน์ลักษณะใด ก. มโนทัศน์พื้นฐานของพื้นที่ของรูปเรขาคณิต ข. ทบทวนความสัมพันธ์ของมโนทัศน์พื้นที่ของรูปเรขาคณิต ค. การหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิต ง. การเปลี่ยนหน่วยพื้นที่ จ. ถูกทุกข้อ 25. ในการสอนเรื่องสัญลักษณ์ของการเท่ากันทุกประการหรือความคล้ายกับรูปสามเหลี่ยมสองรูป มีหลักสำคัญในการเขียนด้านหรือมุมอย่างไร ก. คู่ที่เท่ากัน ข. คู่ที่ขนานกัน ค. คู่ที่สมนัยกัน ง. คู่ที่คล้ายกัน จ. ไม่มีข้อใดถูก			

เนื้อหา	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
2. กิจกรรม การเรียนรู้ การสอน เรขาคณิตระดับ มัธยมศึกษา ตอนต้น	3. สามารถบอกสาระ สำคัญในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ การสอนเรขาคณิตระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น	26. ในรายวิชา ค 101 เรื่องเส้นตรง และมุม มี หลักในการสอนเกี่ยวกับวิธีสร้างอย่างไร ก. สอนตามกิจกรรมและเนื้อหา โดยเขียนวิธีการสร้างอย่างละเอียด ข. สอนตามกิจกรรมและเนื้อหา โดยไม่ต้องเขียนคำอธิบายวิธีสร้าง ค. สอนตามกิจกรรมและเนื้อหา โดยบอกวิธีสร้างพอสังเขป ง. สอนตามกิจกรรมและเนื้อหา โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการสร้าง จ. สอนตามกิจกรรมและเนื้อหา โดยแสดงการพิสูจน์ด้วย 27. ในรายวิชา ค 101 เรื่อง ความยาว พื้นที่ ปริมาตร ควรสอนโดยเน้นอะไร ก. การปฏิบัติ ข. ทฤษฎี ค. ความเข้าใจ ง. ความจำ จ. การนำไปใช้ 28. รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 เรื่องความเท่า กันทุกประการ <u>สิ่งใดมีความสำคัญน้อยที่สุด</u> ก. บทนิยามของความเท่ากันทุกประการ ข. บทนิยามเท่ากันทุกประการของ รูปสามเหลี่ยมสองรูป ค. ความสัมพันธ์ของด้าน และมุมของ รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ ง. การลอกรูปเพื่อทดสอบความเท่ากัน ทุกประการของรูป จ. การนำความรู้ความเข้าใจเรื่องความ เท่ากันทุกประการไปใช้แก้ปัญหา เกี่ยวกับ รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว			

เนื้อหา	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
2. กิจกรรม การเรียนรู้ การสอน เรขาคณิตระดับ มัธยมศึกษา ตอนต้น	3. สามารถบอกละ สำคัญในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ การสอนเรขาคณิตระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น	29. ในการสอนการสร้างมุมให้มีขนาดเท่ากัน ของ มุมมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ก. ยาวเท่ากัน ข. ไม่ต้องยาวเท่ากัน ค. หักกันสนิท ง. ข้อ ก และ ข จ. ถูกทุกข้อ 30. หลักการสอน การนำความสัมพันธ์ของความ เท่ากันทุกประการ ของรูปสามเหลี่ยมสองรูป ไปใช้ในการพิสูจน์คืออะไร ก. การฝึกให้นักเรียนตรวจสอบความเท่ากัน ทุกประการของรูป สามเหลี่ยมสองรูปโดยการยก รูปซ้อนกัน ข. การฝึกให้นักเรียนท่องจำการพิสูจน์และ เหตุผล ค. การฝึกให้นักเรียนจำการพิสูจน์และ เขียนแบบการพิสูจน์ ง. การฝึกให้นักเรียนท่องจำการพิสูจน์ และลอกตามครู จ. การฝึกให้นักเรียนเขียนเหตุผล ให้ชัดเจน ทุกครั้ง			

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
2. กิจกรรมการเรียนรู้ การสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	3. สามารถบอกสาระสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	31. ในรายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 เรื่องสมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ข้อใด<u>ไม่</u>ใช่จุดประสงค์การเรียนรู้ประจำบท ก. บอกและนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ ข. บอกและนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ไปใช้ใน การพิสูจน์ทางเรขาคณิต ค. บอกจำนวนบางจำนวนที่แทนด้วยเศษส่วนของจำนวนเต็มไม่ได้ และใช้สัญลักษณ์ $\sqrt{\quad}$ ได้ถูกต้อง ง. หารากที่สองของจำนวนเต็มหาคำตอบได้ง่าย โดยวิธีแยกตัวประกอบ และใช้ตาราง จ. หารากที่สองของจำนวนอตรรกยะด้วยตนเอง 32. ในการสอนเรื่องพื้นที่ของรูปเรขาคณิตในรายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 นั้นกำหนดให้นักเรียนหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตโดย<u>ไม่ต้องอาศัย</u>สิ่งใด ก. สูตร ข. บทนิยาม ค. การค้นหาพื้นที่ของรูปด้วยตนเอง ง. ความเข้าใจ จ. ความรู้พื้นฐาน			

เนื้อหา	จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
			+1	0	-1
2. กิจกรรม การเรียนรู้ การสอน เรขาคณิตระดับ มัธยมศึกษา ตอนต้น	3. สามารถบอกระ สำคัญในการ จัด กิจกรรมการเรียน การสอนเรขาคณิตระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น	33. ในการพิสูจน์ทางเรขาคณิตมีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกให้นักเรียนมีคุณลักษณะใด ก. มีความคิดในการใช้เหตุผล ข. มีความเข้าใจในการใช้เหตุผล ค. สามารถแสดงความคิดได้อย่างมีระเบียบ ง. ข้อ ข และ ค จ. ข้อ ก ข และ ค 34. ข้อใดไม่ใช่จุดมุ่งหมายของการสอนเนื้อหาการพิสูจน์ทฤษฎีบททางเรขาคณิต ก. แนะนำให้นักเรียนรู้จักการพิสูจน์ทฤษฎีบททางเรขาคณิต ข. แนะนำให้นักเรียนรู้จักการเขียนบทพิสูจน์ทางเรขาคณิต ค. นักเรียนนำการพิสูจน์ทฤษฎีบททางเรขาคณิตไปใช้ได้ ง. แสดงให้นักเรียนเห็นว่าในการสร้างทางเรขาคณิต ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับการพิสูจน์ จ. การเขียนบทพิสูจน์ข้อความทางเรขาคณิตต้องเขียนอยู่ในรูปตาราง เพราะมองเห็นและเข้าใจลำดับขั้นของการพิสูจน์ได้ง่าย 35. ในการสอนการพิสูจน์ทฤษฎีบททางเรขาคณิตอุปกรณ์ใดเหมาะสำหรับใช้ในการแสดงขั้นตอนและการแยกประเภท ก. แผนภาพ ข. แผนภูมิ ค. ซอล์กสี ง. เส้นจำนวน จ. รูปภาพ			

ตาราง 25 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบความรู้ด้านหลักสูตรและวิธีสอน(การประเมินครั้งที่ 2)

ข้อ	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1
21	1	1	1	1
22	1	1	1	1
23	1	1	1	1
24	1	1	1	1
25	1	1	1	1
26	1	1	1	1
27	1	1	1	1
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
30	1	1	1	1

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อ	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
31	1	1	1	1
32	1	1	1	1
33	1	1	1	1
34	1	1	1	1
35	1	1	1	1

ผลการหาคุณภาพแบบประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอน

ผู้วิจัยนำแบบประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนที่สร้างขึ้นจำนวน 15 ข้อ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาและทางด้านหลักสูตรและการสอนจำนวน 5 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความถูกต้อง และความรัดกุมและความชัดเจนของภาษา แบบประเมินมีลักษณะดังนี้

แบบประเมินการเตรียมการสอนของนักศึกษาครู

การเตรียมการสอนกลุ่มที่..... เรื่อง.....
ชั้น.....

โรงเรียน.....

รายนามนักศึกษาประจำกลุ่ม 1.....
2.....
3.....

ชื่อผู้ประเมิน

ตำแหน่ง

โรงเรียน/สถาบัน.....

โปรดพิจารณาความสามารถด้าน *การเตรียมการสอน* ของนักศึกษาครูต่อไปนี้ แล้วประเมินว่ามีความรู้ความสามารถในระดับใดโดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องนั้นๆ

ข้อ	ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	จัดทำแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม					
2	เขียนจุดประสงค์ของการสอนได้ถูกต้อง ชัดเจน และเหมาะสม					
3	เขียนความคิดรวบยอด/หลักการได้ชัดเจนและเหมาะสม					
4	กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาในการสอนได้สอดคล้องกัน					
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์					
6	กำหนดสื่อการสอนได้สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา					
7	จัดเตรียมสื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน					
8	จัดทำและเตรียมอุปกรณ์การสอนได้เอง					
9	กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์					
10	เตรียมเครื่องมือในการวัดผลระหว่างสอน					
11	จัดลำดับขั้นตอนในแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม					
12	การใช้ภาษาถูกต้อง อ่านง่ายและสื่อความหมายชัดเจน					
13	ดำเนินการสอนตามแผนการสอน					
14	ระบุเนื้อหาในการสอนชัดเจน					
15	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน					

ต่อจากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง เหลือข้อความในการประเมิน 13 รายการ เนื่องจากบางรายการผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าควรตัดทิ้งหรือยุบรวมกับรายการอื่น แบบประเมินฉบับปรับปรุงเป็นดังนี้คือ

โปรดพิจารณาความสามารถด้าน *การเตรียมการสอน* ของนักศึกษาครูต่อไปนี้ แล้วประเมินว่ามีความรู้ความสามารถในระดับใดโดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องนั้นๆ

ข้อ	ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	จัดทำแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม					
2	เขียนจุดประสงค์ของการสอนได้ถูกต้อง ชัดเจน และเหมาะสม					
3	เขียนความคิดรวบยอด/หลักการได้ชัดเจนและเหมาะสม					
4	กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาในการสอนได้สอดคล้องกัน					
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์					
6	กำหนดสื่อการสอนได้สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา					
7	จัดเตรียมสื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน					
8	กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์					
9	เตรียมเครื่องมือในการวัดผลระหว่างสอนและหลังสอน เช่น แบบฝึกหัด ใบงาน คำถาม การบ้าน และ แบบทดสอบ เป็นต้น					
10	จัดลำดับขั้นตอนในแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม					
11	ใช้ภาษาถูกต้อง อ่านง่ายและสื่อความหมายชัดเจน					
12	ระบุเนื้อหาในการสอนชัดเจน					
13	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน					

นำแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าแบบประเมินฉบับนี้สามารถวัดความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครูได้

ผลการหาคุณภาพแบบประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน

ผู้วิจัยนำแบบประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอนที่สร้างขึ้นจำนวน 20 รายการ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาและทางด้านหลักสูตรและการสอนจำนวน 5 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความถูกต้อง และความรัดกุมและความชัดเจนของภาษา แบบประเมินมีลักษณะดังนี้

แบบประเมินการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู

การดำเนินการสอนกลุ่มที่..... เรื่อง.....
ชั้น.....

โรงเรียน.....

รายชื่อนักศึกษาประจำกลุ่ม 1.....
2.....
3.....

ชื่อผู้ประเมิน

ตำแหน่ง

โรงเรียน/สถาบัน.....

โปรดพิจารณาความสามารถด้าน การดำเนินการสอน ของนักศึกษาครูต่อไปนี้ แล้วประเมินว่ามีความรู้ความสามารถในระดับใด โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องนั้นๆ (ฉบับแรก)

ข้อ	ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	นำเข้าสู่บทเรียนได้กระชับ รัดกุม และเหมาะสมกับเวลา					
2	นำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน					
3	นำเข้าสู่บทเรียนได้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา					
4	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างมีขั้นตอน					
5	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน					
6	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา					
7	ใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา					
8	ยกตัวอย่างประกอบตรงกับเนื้อหา					
9	ถ่ายทอดความรู้ได้ถูกต้องและแม่นยำในวิชาที่สอน					
10	มีความรู้ทันความก้าวหน้าทางวิชาการในวิชาที่สอน					
11	นำความรู้มาประยุกต์ในการสอนได้เหมาะสม					
12	ตอบข้อสงสัย/ข้อซักถามของนักเรียนได้ดี					
13	มีการสรุปบทเรียนในการสอน					
14	สรุปบทเรียนได้กระชับและใช้วิธีที่เหมาะสม					
15	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน					
16	อุปกรณ์การสอนมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับบทเรียน					
17	ประเมินผลระหว่างการสอนเป็นระยะ					
18	ประเมินผลสอดคล้องกับบทเรียนและใช้เวลาเหมาะสม					
19	ประเมินผลได้ครอบคลุมเนื้อหาที่สอน					
20	มีการประเมินผลหลังการสอน					

ต่อจากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง ได้ข้อความในการประเมิน 25 รายการ เนื่องจากบางรายการผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าควรตัดทิ้งหรือยุบรวมกับรายการอื่นและควรเพิ่มบางรายการเข้าไปอีก แบบประเมินฉบับปรับปรุงเป็นดังนี้คือ

โปรดพิจารณาความสามารถด้าน การดำเนินการสอน ของนักศึกษาครูต่อไปนี้ แล้วประเมินว่ามีความรู้ความสามารถในระดับใด โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องนั้นๆ(ฉบับปรับปรุง)

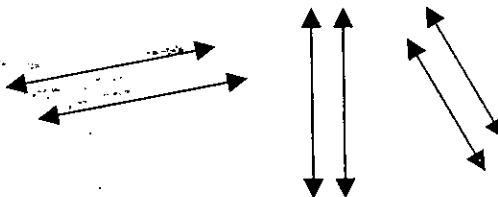
ข้อ	ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	นำเข้าสู่บทเรียนได้กระชับ รัดกุม และเหมาะสมกับเวลา					
2	นำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน					
3	นำเข้าสู่บทเรียนได้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา					
4	จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนอย่างมีขั้นตอน					
5	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน					
6	ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง					
7	ให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน					
8	จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเหมาะสมกับเวลา					
9	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนนำไปสรุปบทเรียนได้					
10	ใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา					
11	ให้ความสนใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง					
12	ยกตัวอย่างประกอบได้ตรงกับเนื้อหา					
13	ถ่ายทอดความรู้ได้ถูกต้องและแม่นยำในวิชาที่สอน					
14	มีความรู้ทันความก้าวหน้าทางวิชาการในวิชาที่สอน					
15	นำความรู้มาประยุกต์ในการสอนได้เหมาะสม					
16	ตอบข้อสงสัย/ข้อซักถามของนักเรียนได้ดี					
17	มีการสรุปบทเรียนในการสอน					
18	สรุปบทเรียนได้กระชับและใช้วิธีที่เหมาะสม					
19	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน					
20	ดำเนินการสอนตามแผนการสอน					
21	มีการวัดผลระหว่างการสอนเป็นระยะ					
22	มีการวัดผลหลังการสอน					
23	วัดผลได้สอดคล้องกับบทเรียน					
24	ใช้เวลาในการวัดผลได้เหมาะสม					
25	วัดผลได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์					

นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าแบบประเมินฉบับนี้สามารถวัดความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครูได้

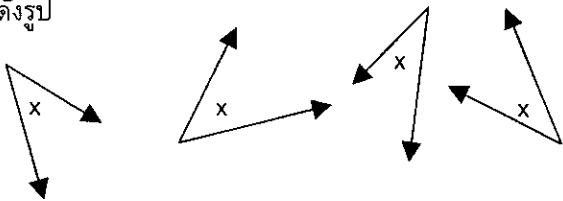
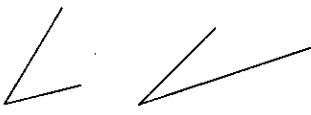
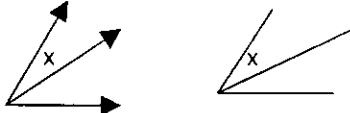
ภาคผนวก จ

- 1. ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตของ นักศึกษาครู
นักเรียน และครู**
- 2. ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนของครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**

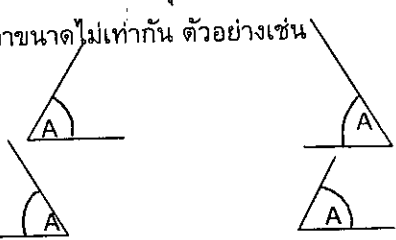
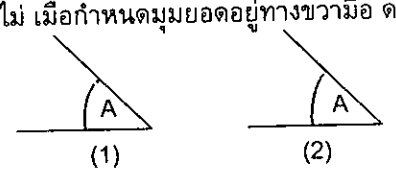
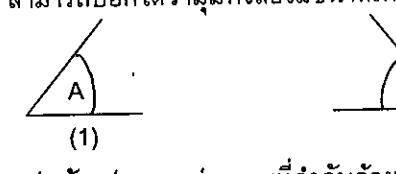
ตาราง 26 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตของ นักศึกษาคู (15 คน)
นักเรียน (25คน)และครู (10คน)

เรื่อง	ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		นักเรียน	ครู	นักศึกษาคู
รังสี	กลุ่มตัวอย่างบางคนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรังสี โดยคิดว่ารังสีต้องอยู่ในแนวอนเท่านั้น เมื่อกำหนดรังสีที่ไม่อยู่ในแนวอนมาให้กลุ่มตัวอย่างบางคนบอกว่าไม่ใช่รังสี เช่นบอกว่ารูปที่มีลักษณะดังนี้ 	7	-	1
เส้นขนาน	กลุ่มตัวอย่างบางคนมีภาพลักษณ์มโนทัศน์เกี่ยวกับเส้นขนาน โดยคิดว่าเส้นขนานอยู่ในแนวอนเท่านั้น เมื่อกำหนดเส้นขนานที่ไม่อยู่ในแนวอนมาให้ตัวอย่าง เช่นบอกว่ารูปต่อไปนี้ ไม่ใช่เส้นขนาน 	9	-	-

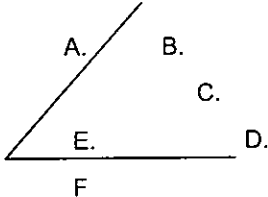
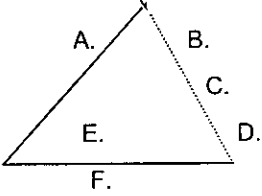
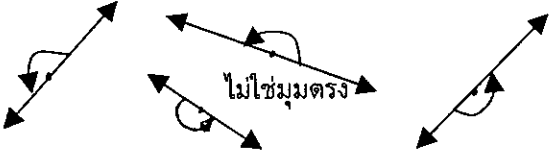
ตาราง 26 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวอย่างภาพลักษณะโน้ตดนตรีที่คลาดเคลื่อน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		นักเรียน	ครู	นักศึกษาคู
รังสี	1. ยึดติดกับตำแหน่งตั้งเฉียงขึ้น(upright) เมื่อกำหนดมุมด้วยอักษร x โดยให้มีแขนทั้งสองของมุมไม่อยู่ในแนวนอน กลุ่มตัวอย่างบางคนบอกว่าไม่ใช่มุม ดังรูป  ไม่ใช่มุม	7	-	1
มุม	2. มีภาพลักษณะโน้ตดนตรีคลาดเคลื่อนเรื่องแขนของมุม โดยคิดว่าแขนทั้งสองข้างของมุมต้องยาวเท่ากัน ถ้าแขนยาวไม่เท่ากันไม่ใช่มุมดังตัวอย่าง  ไม่ใช่มุม และเมื่อมีแขนของมุมเพิ่มขึ้นเป็นสามเส้นดังรูป บอกว่าไม่ใช่มุม เช่นบอกว่ามุมที่กำกับด้วย x ไม่ใช่มุม  ไม่ใช่มุม	8	4	1

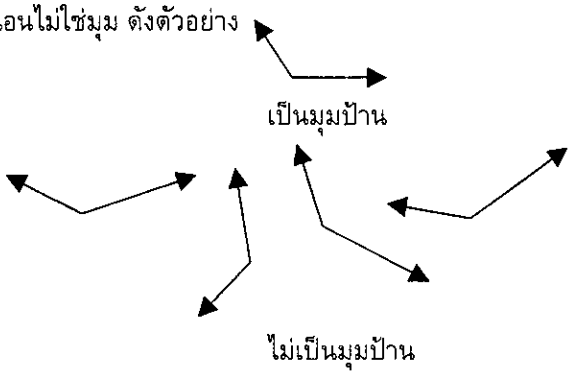
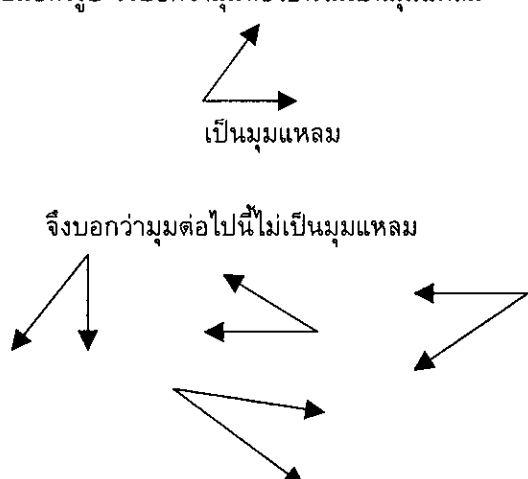
ตาราง 26 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		นักเรียน	ครู	นักศึกษาคู
	3. มีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์คลาดเคลื่อนเรื่องขนาดของมุม กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม บางคนมีโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขนาดของมุม โดยคิดว่ามุมที่เท่ากันนั้นต้องมีความยาวของแขนของมุมยาวเท่ากัน ถ้าแขนยาวไม่เท่ากันจะบอกว่าเป็นมุมไม่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น  (1) (2) บอกว่ามุมที่กำกับด้วย A ในรูป(1) ใหญ่กว่ามุมที่กำกับด้วย A ในรูป (2) และบอกไม่ได้ว่ามุมที่กำหนดให้มีขนาดเท่ากันหรือไม่ เมื่อกำหนดมุมอยู่ต่ออยู่ทางขวามือ ดังรูป  (1) (2) ตอบว่า มุมที่กำกับด้วย A ใน รูป(1) เล็กกว่ามุมที่กำกับด้วย A ในรูป (2) มุมที่กำกับด้วย A ใน รูป(1) ใหญ่กว่ามุมที่กำกับด้วย A ในรูป (2) ในทำนองเดียวกันเมื่อมุมทั้งสองมีจุดยอดมุมอยู่คนละข้าง ไม่สามารถบอกได้ว่ามุมทั้งสองมีขนาดเท่ากันหรือไม่ ดังรูป  (1) (2) กลุ่มตัวอย่างตอบว่า มุมที่กำกับด้วย A ใน รูป(1) เล็กกว่ามุม A ในรูป (2) มุมที่กำกับด้วย A ใน รูป(1) ใหญ่กว่ามุม A ในรูป (2)	17	5	5
		4	4	1
		5	3	1

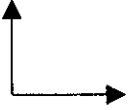
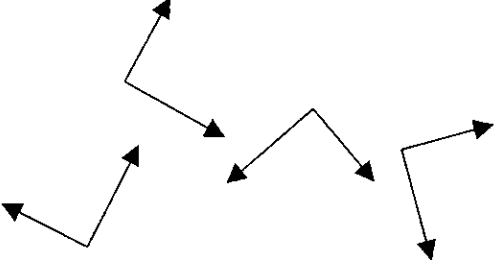
ตาราง 26 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวอย่างภาพลักษณะโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		นักเรียน	ครู	นักศึกษาคู
มุม	จุดที่อยู่ภายในและภายนอกมุมที่กำหนดให้ เมื่อกำหนดมุมและจุดที่อยู่ภายในและภายนอกมุมมาให้ ดังรูป  กลุ่มตัวอย่างบางคนบอกว่ามีเพียงจุด E เท่านั้นที่อยู่ภายในมุมที่กำหนดให้เพราะ จุด B, C และ Dอยู่นอกบริเวณรูปสามเหลี่ยมที่เกิดจากการต่อปลายแขนทั้งสองของรูป  กลุ่มตัวอย่างบางคนคิดว่ามุมตรงเป็นมุมที่ต้องมีแขนของมุมอยู่ในแนวนอนเท่านั้นแต่มุมที่มีลักษณะดังนี้ไม่ใช่มุมตรง 	17	5	8
		-	1	1

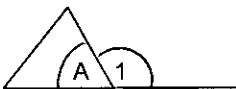
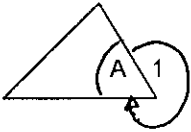
ตาราง 26 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		นักเรียน	ครู	นักศึกษาครู
มุม	มุมบ้าน กลุ่มตัวอย่างบางคนยึดติดกับมุมซึ่งมีแขนข้างหนึ่งอยู่ในแนวนอนโดยคิดว่ามุมที่มีแขนทั้งสองแขนไม่อยู่ในแนวนอนไม่ใช่มุม ดังตัวอย่าง  มุมแหลม กลุ่มตัวอย่างคุ้นเคยกับมุมแหลมที่มีจุดยอดมุมอยู่ทางซ้ายมือดังรูป จึงบอกว่ามุมต่อไปนี้ไม่เป็นมุมแหลม 	9	-	6
		5	-	2

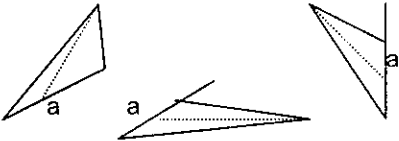
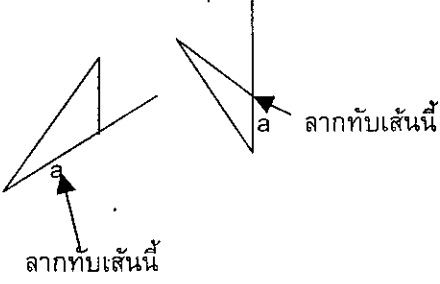
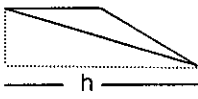
ตาราง 26 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวอย่างภาพลักษณะโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		นักเรียน	ครู	นักศึกษาคู
มูม	มูมฉาก กลุ่มตัวอย่างบางคนยึดติดกับมูมซึ่งมีแขนข้างหนึ่งอยู่ในแนวนอนโดยคิดว่ามูมที่มีแขนทั้งสองแขนไม่อยู่ในแนวนอนไม่ใช่มูม ดังตัวอย่าง  เป็นมูมฉาก และนอกจากนี้ยังยึดติดกับสัญลักษณ์แทนมูมฉาก ถ้ามูมไม่มีเครื่องหมายมูมฉากกำกับแล้วไม่ใช่มูมฉาก  ไม่เป็นมูมฉาก	11	5	10

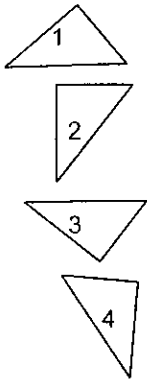
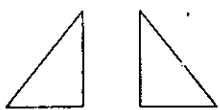
ตาราง 26 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวอย่างภาพลักษณะโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		นักเรียน	ครู	นักศึกษาคู
มุม	มุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยม กลุ่มตัวอย่างบางคนมีโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยมดังตัวอย่างต่อไปนี้ 1. คิดว่ามุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยมเป็นมุมป้าน เพราะนึกถึงรูปสามเหลี่ยมมุมแหลมเท่านั้น ตัวอย่าง 1 เป็นมุมภายนอกของ A 	4	7	1
	2. บางคนคิดว่ามุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยมเป็นมุมแหลมเพราะคิดถึงเฉพาะรูปสามเหลี่ยมมุมป้าน เท่านั้น ตัวอย่าง 1 เป็นมุมภายนอกของ A 	3	2	1
	3. บางคนคิดว่ามุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยมเป็นมุมกลับ เนื่องจากมีลักษณะโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับบทนิยามของมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยม(ดังรูป) จึงคิดว่า มุม 1 ดังรูปเป็นมุมภายนอกของมุม A 	-	-	1

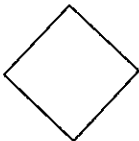
ตาราง 26 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวอย่างภาพลักษณะโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		นักเรียน	ครู	นักศึกษาครู
รูปสามเหลี่ยม	ส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยม การลากส่วนสูงจากจุดยอดไปยังด้านที่กำหนดให้ของรูปสามเหลี่ยมมุมป้านั้น กลุ่มตัวอย่างบางคนใช้วิธีลากโดยให้ส่วนสูงไปยังด้านตรงข้ามโดยไม่คำนึงถึงว่าจะตั้งฉากหรือไม่และส่วนสูงนี้จะอยู่ภายในรูปสามเหลี่ยมกับด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยม ดังรูป (เส้นประคือส่วนสูง)  ลากเส้นจากจุดยอดมายังด้านตรงข้าม  ลากทับเส้นนี้ ลากทับเส้นนี้ บางคนบอกว่าไม่ได้และบางคนลากดังนี้  h	7	2	5
		3	-	1
		4	1	1
		1		

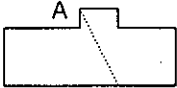
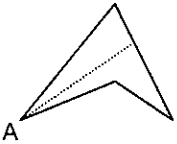
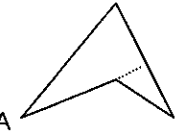
ตาราง 26 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวอย่างภาพลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		นักเรียน	ครู	นักศึกษาคู
รูปสามเหลี่ยม	รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก กลุ่มตัวอย่างบางคนยึดติดกับรูปที่ตั้งขึ้นไม่สามารถบอกได้ว่ารูปที่กำหนดให้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก  ตอบว่า รูป 1,2,3,4 ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งจะพบว่ารูปที่ตั้งขึ้นจะมีผู้ตอบผิดพลาดน้อยกว่ารูปที่มีมุมฉากอยู่ด้านล่าง  (a) บางคนก่อนตอบจะใช้การวัดขนาดของมุม หรือหมุนรูปให้อยู่ในลักษณะดังรูป (a) รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วและรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า กลุ่มตัวอย่างบางคนคิดว่ารูปสามเหลี่ยมด้านเท่าไม่ใช่รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วเพราะมีด้านเท่ากันทุกด้าน ไม่ใช่สองด้าน ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับบทนิยามมโนทัศน์ของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว	4 3 11 2	- - - 2	1 1 3 3

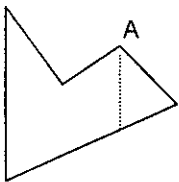
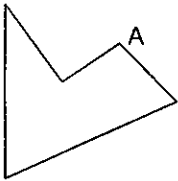
ตาราง 26 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวอย่างภาพลักษณะโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		นักเรียน	ครู	นักศึกษาคู
	รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน กลุ่มตัวอย่างบางคนคิดว่ารูปสี่เหลี่ยมด้านขนานต้องมีมุมที่ไม่เป็นมุมฉาก ดังนั้นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน	14	2	3
	รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมีด้านทุกด้านยาวไม่เท่ากัน ดังนั้นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนจึงไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน	9	2	2
	รูปว่าว กลุ่มตัวอย่างบางคนคิดว่ารูปว่าวมีด้านที่อยู่ติดกันยาวเท่ากันจึงคิดว่ารูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเป็นรูปว่าว	8	8	2
	และคิดว่ารูปว่าวมีมุมไม่เป็นมุมฉาก ดังนั้นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจึงไม่เป็นรูปว่าว	7	9	2
	รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กลุ่มตัวอย่างบางคนคิดว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่กำหนดให้ไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเพราะด้านไม่อยู่ในแนวนอนและแนวตั้งดังรูป	8	-	2
	  รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส			
	บางคนใช้การหมุนรูป บางคนใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัดขนาดของมุมและความยาวด้าน จึงจะได้คำตอบ			

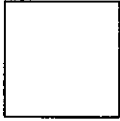
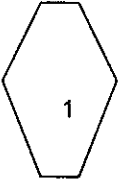
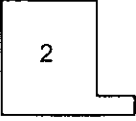
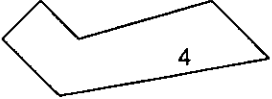
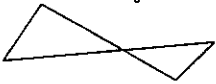
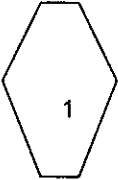
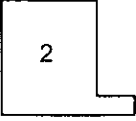
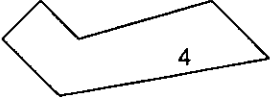
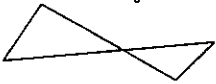
ตาราง 26 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวอย่างภาพลักษณะนิมิตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		นักเรียน	ครู	นักศึกษาครู
รูปหลายเหลี่ยม	เส้นทแยงมุมรูปหลายเหลี่ยม เมื่อกำหนดรูปหลายเหลี่ยมซึ่งรูปหลายเหลี่ยมนูนและรูปหลายเหลี่ยมเว้า แล้วให้กลุ่มตัวอย่างลากเส้นทแยงมุมของรูปจากจุดยอดที่กำหนดให้พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนมากลากเส้นทแยงมุมรูปหลายเหลี่ยมนูนได้ แต่มีบางคนที่ไม่สามารถลากเส้นทแยงมุมรูปหลายเหลี่ยมเว้าได้ และบางคนลากเส้นทแยงมุมได้ไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้ (เส้นประคือเส้นทแยงมุม)			
		2	-	3
		16	9	7
		6	-	4
	ลากทับเส้นนี้ 	10	3	5
		1	1	1

ตาราง 26 (ต่อ)

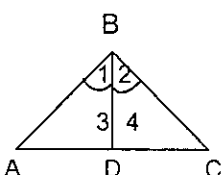
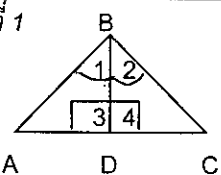
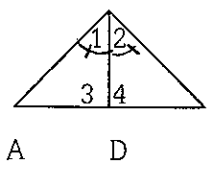
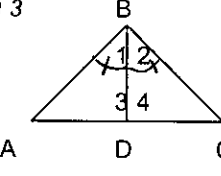
เรื่อง	ตัวอย่างภาพลักษณะโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		นักเรียน	ครู	นักศึกษา ครู
รูปหลายเหลี่ยม	เส้นแบ่งมุมรูปหลายเหลี่ยม(ต่อ) 	2	1	1
	บางคนไม่ลากเส้นอะไรเลย เพราะไม่รู้ว่าจะลากอย่างไร ดังตัวอย่าง 	1	2	-
		7	6	1
		1	2	1

ตาราง 26 (ต่อ)

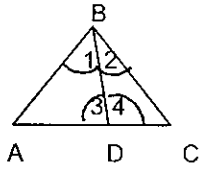
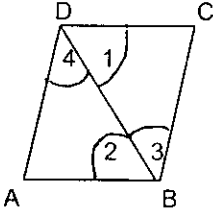
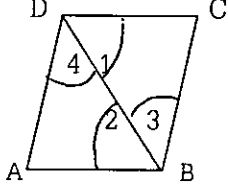
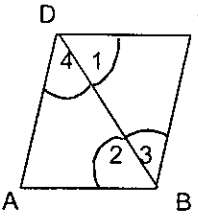
เรื่อง	ตัวอย่างภาพลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		นักเรียน	ครู	นักศึกษาครู
	<u>พื้นที่กับเส้นรอบรูป</u> กลุ่มตัวอย่างบางคนมีภาพลักษณะมโนทัศน์เรื่องพื้นที่และเส้นรอบรูปโดยคิดว่า พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากคือเส้นรอบรูป ดังตัวอย่าง  5  4 จากรูป กลุ่มตัวอย่างบางคนคิดว่ามีพื้นที่เท่ากัน เพราะมีมโนทัศน์ของเส้นรอบรูปและพื้นที่ที่คลาดเคลื่อนโดยคิดว่าเป็นสิ่งเดียวกัน <u>ประเภทของรูปหลายเหลี่ยม</u> กลุ่มตัวอย่างคุ้นเคยกับรูปหลายเหลี่ยมปกติ เมื่อกำหนดรูปหลายเหลี่ยมมาให้ จึงมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน ตัวอย่างเช่น ในกรณี รูปหกเหลี่ยมต่อไปนี้ มีกลุ่มตัวอย่างบางคนบอกว่าไม่ใช่รูปหกเหลี่ยม     กลุ่มตัวอย่างบางคนคิดว่ารูปข้างล่างนี้เป็นรูปหลายเหลี่ยม 	2	1	1
		5	1	8
		10	2	12
		8	2	8
		10	2	12
		21	9	15

จากการสำรวจโดยใช้แบบทดสอบประกอบการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ที่จบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2541 จำนวน 12 คน (สำเร็จการศึกษา
31 คน) ปรากฏผลการสำรวจดังตาราง 27

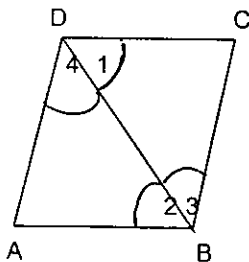
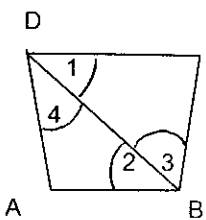
ตาราง 27 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นเรื่อง ความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน และ มุม-ด้าน-มุม

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อนและวิธีคิด	จำนวนครู
1	 รูป 1 ถ้า กำหนดให้ $AB=BC$, $BD = BD$ แล้ว $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด	ประเภทที่ 1  $\hat{3} = \hat{4} = 1$ ฉ , $AB=BC$, $BD = BD$ ดังนั้น $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ เท่ากัน ทุกประการ(จ.ด.ด.)	3
		ประเภทที่ 2  $\hat{1} = \hat{2}$, $BD = BD$, $\hat{3} = \hat{4}$ ดังนั้น $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ เท่ากัน ทุกประการ(จ.ด.ด.)	3
		ประเภทที่ 3  $\hat{1} = \hat{2}$, $AB = BC$, $BD = BD$ ดังนั้น $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ เท่ากัน ทุกประการ(ต.ม.ด.)	5

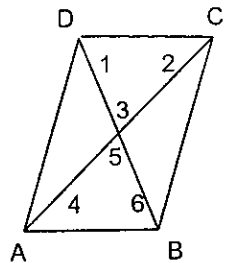
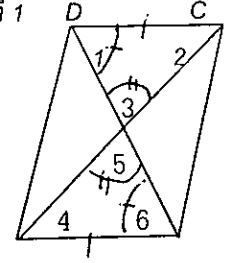
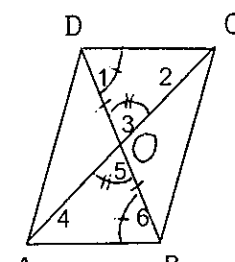
ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อนและวิธีคิด	จำนวนครู
1	ผู้วิจัยให้ครูดูรูป II ซึ่งมีเงื่อนไขเดียวกับรูป I คือ $AB = BC$, $BD = BD$ แต่ขยับ D ไปทางขวามือดังรูป  รูป II	ครูตอบว่าไม่เท่ากันทุกประการ เพราะไม่ตรงกับความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการ(ต.ม.ด.,ม.ด.ม., ม.ม.ด, จ.ด.ด.) สรุป การที่ครูตอบผิดพลาดว่า $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ เท่ากันทุกประการ นำจะมีสาเหตุมาจากครูยึดติดกับรูปแล้วหักทักจากรูป เพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขของการเท่ากันทุกประการ	1
2	 รูป I ถ้า กำหนด $BD = BD$, $\hat{1} = \hat{2}$ แล้ว $\triangle ABD$ และ $\triangle CDB$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด	ประเภทที่ 1  $\hat{3} = \hat{4}$ (มุมแย้ง) จะได้ $AD = BC$, $\hat{3} = \hat{4}$ และ $BD = BD$ ดังนั้น $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ต.ม.ด.) ประเภทที่ 2  $\hat{3} = \hat{4}$ (มุมแย้ง), $\hat{1} = \hat{2}$ และ $BD = BD$ ดังนั้น $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ม.ด.ม) โดยหักทักจากรูปเองว่า $\hat{3} = \hat{4}$ (มุมแย้ง)	6 2

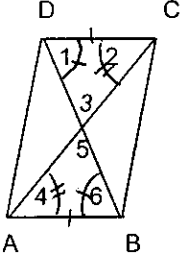
ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณะที่คลาดเคลื่อนและวิธีคิด	จำนวนครู
2		ประเภทที่ 3  $\hat{3} = \hat{4}$ (มุมแย้ง), $\hat{1} = \hat{2}$ และ $BD = BD$ ดังนั้น $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ม.ม.ด.) โดยใช้วิธีเลือกตอบตามการเรียงลำดับของ โจทย์โดยไม่สนใจว่าความสัมพันธ์ ม.ด.ม. จะเป็นอย่างไร	1
	กำหนดให้ $BD = BD$, $\hat{1} = \hat{2}$ และ $AD = BC$  รูป II ผู้วิจัยแสดงรูป II ให้ครูดูและถามว่าเงื่อนไขเหมือนกับรูป I หรือไม่(เหมือนกัน) ให้ครูพิจารณาอีกครั้งว่า $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ เท่ากันทุกประการ หรือไม่ ครูทุกคนตอบว่า ไม่เท่ากันทุกประการ	จากข้อ 2 สรุปได้ว่า ความคลาดเคลื่อนเกิด จาก การที่หักจากรูป แล้วพยายามโยง สมบัติต่าง ๆ ให้ไปเข้ากับความสัมพันธ์ของ การเท่ากันทุกประการ	12

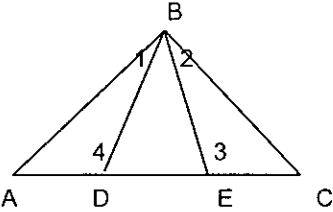
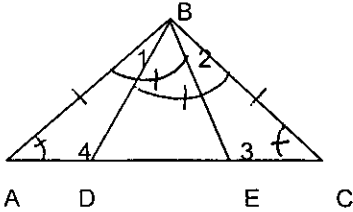
ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อนและวิธีคิด	จำนวนครู
3	 ถ้ากำหนดให้ $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{3} = \hat{5}$, $AB = DC$ แล้ว $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากัน ทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด	ประเภทที่ 1  ตอบว่า $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากัน ทุกประการ เพราะว่า $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{3} = \hat{5}$ และ $AB = DC$ โดยบอกว่าเป็นความสัมพันธ์ ม.ด.ม. โดยคิดเพียงว่า ความสัมพันธ์ ม.ด.ม. ของรูปสามเหลี่ยมสองรูป แสดงว่า ขนาดของมุมสองมุมเท่ากันและด้านหนึ่ง ด้านยาวเท่ากัน	6
		ประเภทที่ 2  $DO = OB$ (เพราะว่า DC ขนานกับ AB และ AD ขนานกับ BC) จะได้ $\square ABCD$ เป็น รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เส้นทแยงมุมจึงแบ่ง ครึ่งซึ่งกันและกัน เพราะฉะนั้น $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{3} = \hat{5}$ และ $DO = OB$ แสดงว่า $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการ(ม.ด.ม.)	

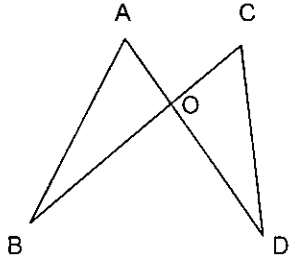
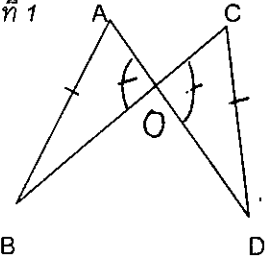
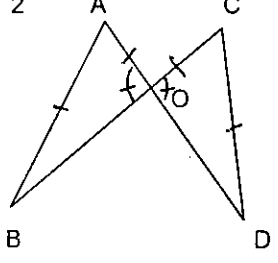
ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณะโมโนทัศนียที่คลาดเคลื่อน	จำนวนครู
3		ประเภทที่ 3  □ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน จึงได้ $\hat{1} = \hat{6}, \hat{2} = \hat{4}, DC = AB$ ดังนั้น $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการ (ม.ด.ม.)	2

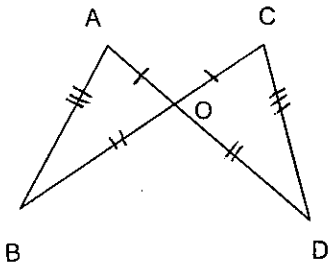
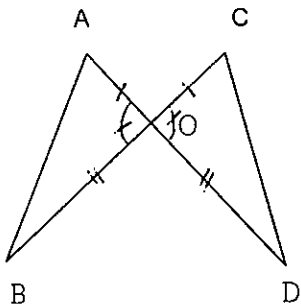
ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนครู
4	 ถ้ากำหนดให้ $\widehat{ABE} = \widehat{CBD}$, $AB = BC$, $\widehat{A} = \widehat{C}$ แล้ว $\triangle ABE$ และ $\triangle CBD$ เท่ากัน ทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด	 ครูบอกว่า $\triangle ABE$ และ $\triangle CBD$ เท่ากัน ทุกประการ (ม.ม.ด.) เพราะไม่สามารถ แยกความแตกต่างของความสัมพันธ์ มุม-ด้าน-มุม และ มุม-มุม-ด้านได้	1

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณะที่คลาดเคลื่อน	จำนวนครู
5	 ถ้า กำหนดให้ $AB = DC$, $\angle AOB = \angle COD$ และ $BC = AD$ แล้ว $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด	ประเภทที่ 1  ครูบางคนตอบว่า $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ ไม่เท่ากันทุกประการเพราะไม่มี ความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการ (ด.ม.ด., ม.ม.ด.ม.ด.ม.ด.ม.ด. และ จ.ด.ด.)	2
		ประเภทที่ 2  ครูจำนวนครึ่งหนึ่งตอบว่า $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการ (ด.ม.ด.) เพราะ ว่า $AB = CD$, $AO = CO$ (ดูจากรูป) ซึ่ง เหตุผล ด.ม.ด. นั้นไม่ถูกต้อง	6

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนครู
5		ประเภทที่ 3  ครูบางคนดูรูปและคิดว่า $AO = CO$, $BO = OD$ และ $AB = CD$ ดังนั้น $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการ (ด.ด.ด.) โดยที่ให้เหตุผลว่า $AO = CO$, $BO = OD$ มาจาก $\angle AOB = \angle COD$, $AB = DC$ และ $AD = BC$	2
		ประเภทที่ 4  ครูบางคนบอกว่า $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการเพราะว่า $AO = OC$, $\angle AOB = \angle COD$, $BO = DO$ (ด.ม.ด.)	2

หมายเหตุ

สำหรับข้อ 5 นี้ไม่มีครูคนใดตอบได้ถูกต้อง สาเหตุเนื่องจากว่าครูมุ่งใช้แต่ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้เท่านั้น ไม่ได้มีการสร้างรูปเพิ่มเติมแต่อย่างใด

ภาคผนวก จ เครื่องมือจัดกระทำ

1. เอกสารความรู้พื้นฐานสำหรับนักศึกษาครู

1.1 การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1.2 ภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต

1.3 ตัวแบบของแวน ฮีลี

2. ปัญหาสำหรับให้นักศึกษาครูแก้และพิสูจน์

3. ผลการสำรวจของผู้สอนเกี่ยวกับภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่

คลาดเคลื่อน ของ นักเรียน นักศึกษาครูและครู สำหรับให้นักศึกษาครู วิเคราะห์สาเหตุ
เรียงลำดับความคลาดเคลื่อนและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข

ความรู้พื้นฐานสำหรับนักศึกษาครู

เนื้อหา

1. การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
2. ภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต
3. ตัวแบบของแวน ฮีลี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ตัวแบบของ แวน ฮีลี และพฤติกรรมแต่ละระดับ แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิดทางเรขาคณิต การวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต ตลอดจนแนวในการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนก้าวไปสู่ระดับการคิดที่สูงขึ้น และนำแนวคิดนี้ไปใช้ในการจัดการ เรียนการสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2. เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต เห็นตัวอย่าง ภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนที่สำรวจพบทั้งในต่างประเทศและในประเทศ และแนวทางในการป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตที่เกิดขึ้นกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตอนต้นตลอดจนแนวคิดในการส่งเสริมภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตและนำแนวคิดนี้ไปใช้ในการจัดการ เรียนการสอนเรขาคณิต

3. เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะ มโนทัศน์ทางเรขาคณิต ตลอดจนได้เห็นแนวคิดในการสอนมโนทัศน์เพื่อป้องกันและแก้ไขภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนและสามารถนำแนวคิดนี้ไปใช้จัดการเรียนการสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

วิธีการศึกษา

เอกสารความรู้พื้นฐานสำหรับนักศึกษาครูฉบับนี้ บรรจุเนื้อหาสาระอย่างละเอียด มีกิจกรรมการ อภิปรายและแบบฝึกหัดให้นักศึกษาทำในระหว่างฟังคำบรรยายของผู้สอนโดยมีขั้นตอนการใช้ดังนี้คือ ผู้สอน บรรยาย นักศึกษาอภิปรายร่วมกับผู้สอนและเพื่อนนักศึกษาด้วยกัน นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเพื่อฝึกทักษะ นักศึกษารูปแนวคิดที่ได้ โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะแนวทางเมื่อนักศึกษาประสบปัญหาในการทำกิจกรรมและการ หาผลสรุป เมื่อผู้สอนบรรยายจบบทเรียนแล้วให้นักศึกษาศึกษาจากเอกสารด้วยตนเองอีกครั้งเพื่อเป็น การทบทวน

การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

หัวเรื่อง

1. ธรรมชาติของมโนทัศน์
2. การใช้มโนทัศน์
3. การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ มูฟ
4. หลักในการวางแผนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
5. ยุทธวิธีการสอนมโนทัศน์
6. ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนทัศน์และแนวทางแก้ไข

แนวคิด

1. มโนทัศน์มีความสำคัญสำหรับคนเรา เป็นสิ่งแรกในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และนำไปเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้มโนทัศน์อื่น ๆ การเรียนรู้มโนทัศน์ขึ้นอยู่กับประเภทของมโนทัศน์ มโนทัศน์ที่ไม่ใช่มโนทัศน์เชิงถ้อยคำสามารถเรียนรู้ด้วยการรับรู้มโนทัศน์ และมโนทัศน์เชิงถ้อยคำสามารถเรียนรู้โดยการดูซึมมโนทัศน์

2. มโนทัศน์มีประโยชน์หลายประการ เช่น มโนทัศน์ใช้เพื่อหาผลสรุปในการนิรนัย มโนทัศน์ใช้เพื่อสรุปนัยทั่วไป มโนทัศน์ใช้เพื่อค้นหาความรู้ใหม่

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สามารถสอนโดยใช้มูฟ (มูฟ หมายถึง รูปแบบของภาษาที่ใช้ในการสนทนาหรือบอกความรู้) ซึ่งแบ่งเป็น 2 วิธีได้แก่ วิธียกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง และ วิธียกคุณลักษณะของมโนทัศน์

3.1 วิธียกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง ได้แก่ การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล การยกสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง การยกสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล การยกตัวอย่างค้าน

3.2 วิธียกคุณลักษณะของมโนทัศน์ ได้แก่ การให้บทนิยาม การกล่าวถึงเงื่อนไขที่เพียงพอ การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็น การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ การกล่าวถึงคุณลักษณะที่ไม่ใช่เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างของมโนทัศน์

4. หลักในการวางแผนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้คือ ความสามารถทางการเรียนรู้และพื้นความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียน ประสบการณ์เดิมของครูที่เคยเรียนหรือเคยสอนมโนทัศน์ใดมโนทัศน์หนึ่ง และความสำคัญของมโนทัศน์

5. ในการเลือกยุทธวิธีการสอน ต้องคำนึงถึงธรรมชาติของนักเรียนและความสำคัญของมโนทัศน์ ครูสามารถทดลองใช้ยุทธวิธีที่เลือก ปรับปรุงแก้ไขจนได้ยุทธวิธีที่เหมาะสม

6. ในการแก้ไขและป้องกันปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนทัศน์นั้น ครูควรสำรวจปัญหาและแก้ปัญหานั้นโดยพิจารณาจากสาเหตุและธรรมชาติของนักเรียนแต่ละคน การแก้ปัญหาคควรยึดหยุ่นตามธรรมชาติของนักเรียนแต่ละคน ปัญหาเดียวกันอาจต้องแก้ด้วยวิธีที่แตกต่างกันก็ได้ตามความเหมาะสม

วัตถุประสงค์

1. เมื่อนักศึกษาได้เรียนรู้แนวคิดเกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว นักศึกษาครูสามารถบอกแนวคิดและยกตัวอย่างได้

2. เมื่อนักศึกษาได้เรียนรู้แนวคิดเกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว นักศึกษาสามารถนำแนวคิดไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้

การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์เป็นเนื้อหาสาระเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่คนเราเรียนรู้ขึ้นพื้นฐานที่สุด เป็นสิ่งแรก ๆ ที่เด็กได้เรียนรู้ ซึ่งจะนำไปเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้มโนทัศน์อื่น ๆ ต่อไป

1. ธรรมชาติของมโนทัศน์

ออสซูเบล (Ausubel, 1968) ให้ความหมายของมโนทัศน์ในรูปของ มโนทัศน์ที่ไม่ใช่คำมโนทัศน์เชิงถ้อยคำ (nonverbal concepts) และ มโนทัศน์เชิงถ้อยคำ (verbal concepts)

มโนทัศน์ที่ไม่ใช่คำมโนทัศน์เชิงถ้อยคำ สามารถเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องรู้จักหรือได้ยินชื่อสิ่งนั้นมาก่อน เช่น เด็กเรียนรู้มโนทัศน์ของ สุนัข จากการสังเกตเห็นสุนัข ทั้งลักษณะของสุนัขที่เหมือนกัน เช่น สุนัขทุกตัว มีขน รังได้ กินอาหารได้ เหาได้ เป็นสัตว์ เป็นต้น และสิ่งที่แตกต่างกัน ได้แก่ สุนัข บางตัวมีขนาดใหญ่ บางตัวขนาดเล็ก บางตัวเห่าเสียงดังกว่า บางตัววิ่งเร็วกว่า บางตัวเลี้ยวยาวกว่า เป็นต้น ถ้า เด็กสามารถมองเห็นลักษณะที่คล้ายกันในความแตกต่างของสุนัข และสามารถสรุปย่อส่วนที่เป็นลักษณะของสุนัขออกมา จะกล่าวได้ว่า เด็กเรียนรู้มโนทัศน์ของสุนัข ในทำนองเดียวกัน นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ ถ้าสามารถแยกแยะไม้โปรแทรกเตอร์ออกจากวัตถุอื่น ๆ และสามารถใช้อย่างเป็นประโยชน์ตรงกับจุดประสงค์ของไม้โปรแทรกเตอร์ กล่าวได้ว่าเด็กเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ของไม้โปรแทรกเตอร์ โดยที่เขาจะสามารถเรียกชื่อของมันได้หรือไม่ก็ตาม เรียกการเรียนรู้มโนทัศน์แบบนี้ว่า การรับรู้มโนทัศน์ (concept formation) ส่วนมโนทัศน์เชิงถ้อยคำนั้นจำเป็นต้องใช้ภาษาในการสื่อความหมาย โดยที่บางครั้งจำเป็นต้องอาศัยมโนทัศน์พื้นฐานเป็นสื่อในการเรียนรู้มโนทัศน์ เช่น มโนทัศน์ "วงกลม" ซึ่งกล่าวว่า "วงกลม เป็นทางเดิน(locus)ของจุดซึ่งมีระยะห่างจากจุด ๆ หนึ่งเป็นระยะเท่ากันเสมอ" การเรียนรู้มโนทัศน์ของวงกลมต้องอาศัยภาษาในการสื่อความหมาย เด็กจะต้องรู้จักความหมายของ คำว่า ทางเดินของจุด ระยะห่าง จึงจะเข้าใจมโนทัศน์ของวงกลมได้ เรียกการเรียนรู้มโนทัศน์แบบนี้ว่าการดูดซึมมโนทัศน์ (concept assimilation) มโนทัศน์ส่วนมากที่เราศึกษามักจะเป็นมโนทัศน์เชิงถ้อยคำ เมื่อกล่าวถึงมโนทัศน์จึงมักหมายถึง มโนทัศน์เชิงถ้อยคำ

2. การใช้มโนทัศน์

ดังได้กล่าวไว้แล้วว่ามโนทัศน์มีความสำคัญเพราะมโนทัศน์เป็นเนื้อหาสาระสิ่งแรกที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้มโนทัศน์อื่น ๆ ต่อไป ซึ่งสามารถสรุปการใช้มโนทัศน์ได้เป็นสาระหลัก ๆ ดังนี้

1. ใช้มโนทัศน์เพื่อหาผลสรุปในการนิรนัย (Draw deduction or Conclusions) มโนทัศน์สามารถใช้ในการให้เหตุผล ซึ่งหมายถึงเป็นการนำมโนทัศน์ไปใช้ในกรณีทั่วไปเพื่อหากรณีเฉพาะของมโนทัศน์อื่น ๆ เช่น การจำแนกประเภทของวัตถุ ต้องใช้มโนทัศน์ของสิ่งนั้นเพื่อเป็นข้อมูลในการแยกมันออกมาจากสิ่งอื่น ๆ เช่น นักเรียนที่เข้าใจ จำนวนตรรกยะ จะสามารถแยกจำนวนตรรกยะออกมาจากจำนวนอื่น ๆ เช่น จำนวนเต็ม จำนวนนับ จำนวนอตรรกยะ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้มโนทัศน์ในการสื่อสารกับบุคคลอื่นที่มีมโนทัศน์เหมือนกันได้อีกด้วย

2. ใช้มโนทัศน์เพื่อสรุปนัยทั่วไป (Generalize) เราสามารถแยกวงกลมออกมาจากสิ่งอื่น ๆ ได้โดยอาศัยสมบัติของวงกลม และสามารถศึกษาและค้นหาสมบัติอื่น ๆ ของวงกลมที่ไม่ใช่สมบัติที่กำหนดไว้ในบทนิยาม เช่น มโนทัศน์ของเส้นผ่านศูนย์กลาง เส้นรอบวง พื้นที่ คอร์ด มุมที่จุดศูนย์กลาง และส่วนโค้ง ซึ่งเป็นการสรุปนัยทั่วไปของวงกลม ในรูปของทฤษฎีบท

3. ใช้มโนทัศน์เพื่อค้นหาความรู้ใหม่ เช่น นักฟิสิกส์ ที่ศึกษาฟังก์ชันของไซน์ แล้วนำไปนิยามดัชนีการหักเหของแสงของสารโปร่งแสง ได้ว่า ดัชนีการหักเหของแสงแปรผกผันกับค่าไซน์ของมุมของการหักเห เป็นต้น ต่อจากนั้นอาจจะศึกษาเกี่ยวกับสมบัติเกี่ยวกับการหักเหของสารโปร่งแสงชนิดต่าง ๆ นักวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ก็จะนำสมบัตินี้ไปศึกษาและค้นหาข้อค้นพบอื่น ๆ ในสาขาของตนเอง

สรุป

1. มโนทัศน์สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ มโนทัศน์เชิงถ้อยคำและ มโนทัศน์ที่ไม่ใช่ มโนทัศน์เชิงถ้อยคำ การเรียนรู้มโนทัศน์ที่ไม่ใช่ มโนทัศน์เชิงถ้อยคำ เรียกว่า การรับรู้มโนทัศน์ส่วนการเรียนรู้ มโนทัศน์เชิงถ้อยคำ เรียกว่า การดูดซึมมโนทัศน์

2. มโนทัศน์ใช้ในกรณีต่อไปนี้เป็นใช้เพื่อหาผลสรุปในการนิรนัย ใช้เพื่อหาแน่ชัดทั่วไป และใช้เพื่อแสวงหาความรู้ใหม่

3. การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ มูฟ

จากการวิเคราะห์บทสนทนาระหว่างครูกับนักเรียนในชั้นเรียนหรือการบอกความรู้ในหนังสือจะพบรูปแบบของภาษาที่ใช้ เช่น การให้บทนิยาม การยกตัวอย่าง การจัดประเภท การเปรียบเทียบ ซึ่งเรียกว่า มูฟ (Moves) ดังนั้น มูฟ จึงหมายถึง รูปแบบ (Pattern) ของภาษาที่ใช้ในการอธิบายหรือบอกความรู้ (Cooney, Davis & Henderson. 1983 : 92) ครูหรือนักเขียน นักเรียน หรือทั้งสองกลุ่ม จะใช้ มูฟโดยมีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือใช้เพื่อสอนมโนทัศน์ เพื่อนำเสนอ มโนทัศน์หรือให้ความกระจ่างเกี่ยวกับมโนทัศน์

มูฟสามารถแจกแจงได้ 2 วิธีคือ การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง(Exemplification)และ การยกคุณลักษณะของมโนทัศน์(Characterization) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ

3.1 การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง

การสอนมโนทัศน์ด้วยวิธีการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การยกสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างหรือมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างหรือมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล การยกสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล การยกตัวอย่างค้าน มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การยกสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างหรือมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง (Giving One Nonexample or More Nonexamples) ในการเรียนรู้มโนทัศน์อาจต้องใช้การวิเคราะห์สิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างควบคู่กันไปจนนักเรียนสามารถสรุปเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอได้ การยกสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างจะช่วยให้เด็กมีความเข้าใจมโนทัศน์ได้อย่างกระจ่างชัด และควรใช้หลังจากมีการให้บทนิยามแล้ว และเมื่อนักเรียนมีมโนทัศน์ที่สับสนเกี่ยวกับเงื่อนไขที่จำเป็น เช่น หลังจากยกตัวอย่างตัวหารร่วมของจำนวนตั้งแต่ 2 จำนวนเมื่อนักเรียนเข้าใจแล้วครูอาจจะยกตัวอย่างอื่นเพื่อแสดงสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างของตัวหารร่วม เช่น 7 เป็นสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของตัวหารร่วมของ 14 และ 24 เพราะ 7 หาร 14 ลงตัว แต่ 7 หาร 24 ไม่ลงตัว ในทำนองเดียวกัน 3 ไม่เป็นตัวหารร่วมของ 14 และ 24 เพราะ 3 หาร 24 ลงตัว แต่ 3 หาร 14 ไม่ลงตัว การยกสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างเช่นนี้ก็เพราะต้องการให้นักเรียนได้เห็นว่าตัวหารร่วมต้องสามารถหารจำนวนทุกจำนวนในเซตดังกล่าวได้

3.1.2 การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างหรือมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง (Giving One Example or More Examples) มูฟสิ่งที่เป็นตัวอย่าง (Exemplification Moves) จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์มากขึ้น ช่วยให้เกิดความกระจ่างในมโนทัศน์นั้น เพราะว่าสามารถจำกัด เจาะจงและเลือกสิ่งที่มีความคุ้นเคยมา

ก่อนได้ การให้นักเรียนยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์สามารถวัดได้ว่านักเรียนเข้าใจมโนทัศน์หรือไม่ แต่บางมโนทัศน์อาจจะไม่สามารถยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างได้ เช่น มโนทัศน์ของ จำนวนคู่ที่เป็นจำนวนเฉพาะที่มีค่ามากกว่า 2 จำนวนเต็มที่ใหญ่ที่สุด จำนวนจริงที่เล็กที่สุด ครูอาจจะสอนมโนทัศน์เหล่านี้โดยอาศัยรูปแบบที่เด็กสามารถเข้าใจได้แทนการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง

3.1.3 การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล (Giving an Example with a Reason) การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอที่จะเข้าใจมโนทัศน์ ต้องให้นักเรียนให้คำอธิบายด้วยว่าเหตุใดสิ่งที่ยกมาจึงเป็นสิ่งที่เป็ตัวอย่างของมโนทัศน์ การให้เหตุผลเป็นเงื่อนไขที่เพียงพอ การใช้วิธีนี้ถือเป็นการสอนมโนทัศน์ที่มีประสิทธิภาพสำหรับนักเรียนที่เรียนรู้ได้ช้า เพราะนักเรียนเหล่านี้อาจจะไม่เข้าใจตัวเชื่อมทางตรรกศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนที่เรียนรู้เร็วสามารถเข้าใจได้ จึงต้องมีการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างพร้อมกับอธิบายเหตุผลประกอบด้วย เพื่อช่วยให้เข้าใจเงื่อนไขที่เพียงพอ

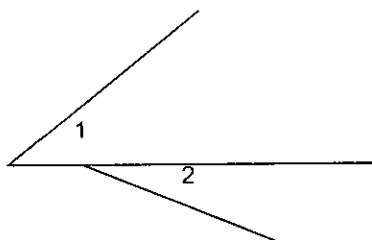
3.1.4 การยกสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล (Giving a Nonexample with a Reason) การยกสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง พร้อมทั้งบอกเหตุผลว่า เหตุใดสิ่งนั้นจึงไม่เป็นสิ่งที่เป็ตัวอย่างจะช่วยให้นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงระหว่างเงื่อนไขที่จำเป็นกับสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง ตัวอย่างเช่น จากการให้เหตุผล "ถ้ารูปสี่เหลี่ยมไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน แล้วรูปสี่เหลี่ยมรูปนั้นจะไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน" ครูอาจจะวาดรูปสี่เหลี่ยมที่ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน แล้วบอกนักเรียนว่ารูปดังกล่าวไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน วิธีการยกสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผลมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล

3.1.5 การยกตัวอย่างค้าน (Giving a Counterexample) ตัวอย่างค้าน หมายถึง ตัวอย่างที่แสดงการพิสูจน์แย้งนัยทั่วไปที่ไม่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น นักเรียนบอกว่ารูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกัน 1 คู่ เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ครูควรยกตัวอย่างค้าน เพื่อให้นักเรียนเห็นว่า รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกัน 1 คู่ไม่จำเป็นต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เช่น รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกัน 1 คู่ ซึ่งไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

จากนั้นครูจึงกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็น ถ้านักเรียนยกตัวอย่างได้ไม่ถูกต้อง วิธียกตัวอย่างค้านมีสองลักษณะ คือยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างประกอบกัน เช่น ถ้านักเรียนเข้าใจว่ามุมประชิดคือมุมคู่ที่มีแขนของมุมหนึ่งแขนอยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ครูอาจจะวาดรูปมุมสองมุมที่มีแขนของมุมหนึ่งแขนอยู่บนเส้นตรงเดียวกัน แต่ทั้งสองมุมไม่ใช่มุมประชิด ดังภาพประกอบ 2 ซึ่งจะพบว่า มุม 1 และ มุม 2 มีแขนของมุมหนึ่งแขนอยู่บนเส้นตรงเดียวกัน แต่ทั้งสองมุมไม่ใช่มุมประชิด



ภาพประกอบ 2 มุม 1 และ มุม 2 ซึ่งมีแขนอยู่บนเส้นตรงเดียวกันแต่ทั้งสองมุมไม่ใช่มุมประชิด

กิจกรรมตัวอย่างการสอนมโนทัศน์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง

จุดมุ่งหมาย

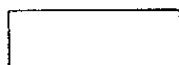
แบบฝึกหัดนี้ใช้สิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง เพื่อช่วยให้นักเรียนค้นพบลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ทางเรขาคณิต จนได้บทนิยามของมโนทัศน์

แบบฝึกหัดนี้เหมาะสำหรับการสอนเป็นรายบุคคลหรือการสอนทั้งชั้นเรียน จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งเมื่อมีการอภิปรายเป็นกลุ่มย่อย เมื่อผ่านลำดับขั้นที่ 1 ถึง 5 นักเรียนจะสามารถทำแบบฝึกหัดได้หลายวิธี ได้แก่ นักเรียนทำกิจกรรมจากลำดับในข้อ 5 - 11 แล้วอภิปรายคำตอบของตนเองในแต่ละขั้นตอน อภิปรายแต่ละขั้นตอนทั้งชั้น หรือ อภิปรายเป็นกลุ่มย่อย จนได้ข้อสรุปร่วมกันแต่ละขั้นตอน หลังจากนั้นอภิปรายคำตอบที่ได้เมื่อทำแบบฝึกหัดเสร็จทุกคนแล้วหรือหลังจากทำกิจกรรมแต่ละขั้นเสร็จแล้วก็ได้

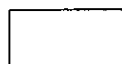
กิจกรรมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคืออะไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนสังเกตรูปในแต่ละข้อแล้วตอบคำถาม

1. รูปนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



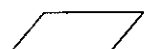
2. รูปนี้ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



3. รูปนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



4. รูปนี้ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



5. รูปนี้ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



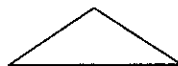
6. รูปนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใช่หรือไม่ ใช่ ไม่ใช่



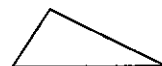
7. รูปนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใช่หรือไม่ ใช่ ไม่ใช่



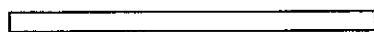
8. รูปนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใช่หรือไม่ ใช่ ไม่ใช่



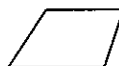
9. รูปนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใช่หรือไม่ ใช่ ไม่ใช่



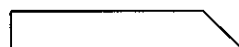
10. รูปนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใช่หรือไม่ ใช่ ไม่ใช่



11. รูปนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใช่หรือไม่ ใช่ ไม่ใช่



12. รูปนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใช่หรือไม่ ใช่ ไม่ใช่



13. รูปนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใช่หรือไม่ ใช่ ไม่ใช่



14. บทนิยามของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคืออะไร

.....

.....

.....

จงอภิปราย

1. ถ้าเราจะอธิบายว่ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคืออะไร ทำไมจึงต้องมีลำดับชั้นในข้อ 2

.....

.....

.....

2. ลำดับชั้นในข้อ 2 บอกอะไรแก่เรา

.....

.....

.....

3. ลำดับชั้นในข้อ 3 บอกอะไรแก่เรา

.....

.....

.....

4. ลำดับชั้นในข้อ 4 และ 5 บอกอะไรแก่เรา

.....

.....

.....

5. ในลำดับชั้นในข้อ 6 ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

3.2 การยกคุณลักษณะของมโนทัศน์

ในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยการยกคุณลักษณะของมโนทัศน์นั้น มีอยู่ 6 วิธีคือ การให้บทนิยาม การกล่าวถึงเงื่อนไขที่เพียงพอ การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็น การกล่าวถึงเงื่อนไขที่เพียงพอและเงื่อนไขที่จำเป็น การกล่าวถึงสิ่งที่ไม่ใช่เงื่อนไขที่เพียงพอและเงื่อนไขที่จำเป็น การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของมโนทัศน์ มีรายละเอียดดังนี้คือ

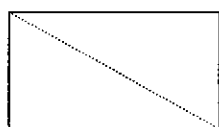
3.2.1 การให้บทนิยาม (Defining) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะมีความชัดเจนอยู่ในตัวจึงสามารถใช้มูฟเชิงบทนิยามได้ ซึ่งแตกต่างจากมโนทัศน์ที่มีลักษณะกำกวมและซับซ้อนการให้บทนิยามอาจจะ

ไม่เหมาะสม แต่บทนิยามบางครั้งก็อาจเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของเด็ก เด็กบางคนอาจจะไม่เข้าใจเงื่อนไขที่จำเป็น ไม่รู้ว่บทนิยามเป็นอย่างไร

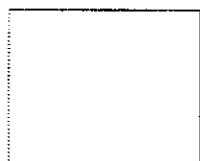
การสอนมโนทัศน์ด้วยบทนิยามจึงควรมีการเตรียมบทเรียนอย่างเหมาะสม คือ ถ้าเป็นนักเรียนในระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น อาจต้องมีกรยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง จนนักเรียนสามารถสร้างบทนิยามของมโนทัศน์ด้วยตนเอง แต่ถ้าเป็นนักเรียนที่เข้าใจเงื่อนไขที่เพียงพอและเงื่อนไขที่จำเป็นแล้ว อาจจะใช้วิธีการกล่าวถึงเงื่อนไขที่เพียงพอและเงื่อนไขที่จำเป็นโดยไม่ต้องยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างก็ได้

กิจกรรมตัวอย่างการสอนบทนิยามของ เส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยม
จงพิจารณาสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างแล้วตอบคำถาม

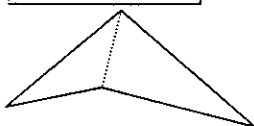
1. จากรูปที่กำหนดให้ จงพิจารณาเส้นประในรูป



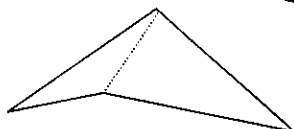
เส้นประในรูปนี้เป็นเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม



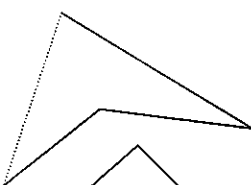
เส้นประในรูปนี้ไม่เป็นเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม



เส้นประในรูปนี้เป็นเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม



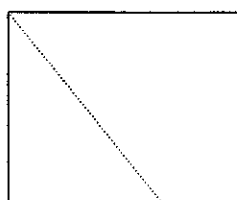
เส้นประในรูปนี้เป็นเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม



เส้นประในรูปนี้ไม่เป็นเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม



เส้นประในรูปนี้เป็นเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม



เส้นประในรูปนี้ไม่เป็นเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม

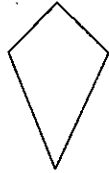
จากกิจกรรมตัวอย่างข้างต้นจงตอบคำถามต่อไปนี้

(1) จงเขียนบทนิยามของเส้นทแยงมุม

เส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยมใดหมายถึง.....

.....

(2) รูปที่กำหนดให้ข้างล่างนี้มีเส้นทแยงมุมกี่เส้น



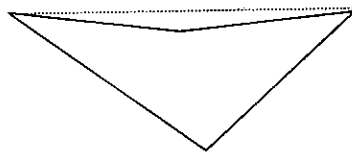
ตอบ.....

(3) รูปสามเหลี่ยมข้างล่างนี้มีเส้นทแยงมุมหรือไม่ เพราะเหตุใด



ตอบ.....

(4) เส้นประในรูปข้างล่างนี้เป็นเส้นทแยงมุมของรูปหรือไม่



ตอบ.....

(5) รูปข้างล่างนี้มีเส้นทแยงมุมกี่เส้น



ตอบ.....

จากกิจกรรมการสอนบทนิยามนิทศน์ของเส้นทแยงมุมดังกล่าว ข้อต่อไปนี้เป็นถูกหรือผิด

- ก. รูปสามเหลี่ยมไม่มีเส้นทแยงมุม
- ข. รูปสี่เหลี่ยมมีเส้นทแยงมุม 4 เส้น
- ค. รูปห้าเหลี่ยมมีเส้นทแยงมุม 5 เส้น
- ง. เส้นทแยงมุมอยู่ภายในรูปเท่านั้น
- จ. รูปหกเหลี่ยมมีเส้นทแยงมุม 9 เส้น

การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยการยกคุณลักษณะของมโนทัศน์นั้น นอกจากให้บทนิยามแล้ว อาจจะใช้วิธีการกล่าวถึงเงื่อนไขที่เพียงพอหรือเงื่อนไขที่จำเป็น สามารถทำได้หลายวิธีได้แก่ การกล่าวถึงเงื่อนไขที่เพียงพอ การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็น การกล่าวถึงเงื่อนไขที่เพียงพอและเงื่อนไขที่จำเป็น การยกคุณลักษณะที่ไม่ใช่เงื่อนไขที่เพียงพอและเงื่อนไขที่จำเป็น มีรายละเอียดดังข้อ 3.2.2 ถึง ข้อ 3.2.5 ดังนี้คือ

3.2.2 การกล่าวถึงเงื่อนไขที่เพียงพอ (Stating a Sufficient Condition) หรือ มุฟที่เป็นเงื่อนไขที่เพียงพอ(Sufficient Condition Moves)

จากบทนิยามของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน “รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานด้านเท่า” จากบทนิยามนี้จะได้ว่า รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานด้านเท่าเป็นเงื่อนไขที่เพียงพอสำหรับการเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

จากบทนิยามข้างต้น อาจจะยากสำหรับนักเรียน ครูอาจจะต้องเปลี่ยนรูปแบบของภาษาเป็น “ ถ้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานด้านเท่า แล้ว รูปสี่เหลี่ยมรูปนั้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน” หรือ “ถ้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีด้านทุกด้านยาวเท่ากันแล้วรูปสี่เหลี่ยมรูปนั้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน” เป็นต้น

เงื่อนไขที่เพียงพอช่วยให้นักเรียนสามารถหาสิ่งที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ได้ คือช่วยอำนวยความสะดวกในการนำมโนทัศน์ไปใช้

3.2.3 การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็น (Stating a Necessary Condition)

การที่นักเรียนบอกว่ารูปสี่เหลี่ยมที่ ๒ ด้านสองด้านขนานกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เป็นเพราะนักเรียนไม่เข้าใจเงื่อนไขที่จำเป็นของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน นั่นคือเงื่อนไขที่ว่า ด้านที่อยู่ตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานต้องขนานกัน เงื่อนไขที่จำเป็นอาจจะมีการใช้บ่อยกว่าเงื่อนไขที่เพียงพอ เงื่อนไขที่จำเป็นช่วยป้องกันไม่ให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ทำให้นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่เป็นตัวอย่างของวัตถุที่ไม่ได้แสดงไว้ในมโนทัศน์นั้นได้

3.2.4 การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ (Stating a Necessary and Sufficient Condition)

การให้บทนิยามบางมโนทัศน์อาจจะต้องผ่านมโนทัศน์อื่น เช่น การนิยามรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนในรูปของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังนี้ รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (1) เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและ (2) ด้านที่อยู่ติดกันยาวเท่ากัน เมื่อนำเงื่อนไขที่จำเป็นทั้งสองเงื่อนไขมาผนวกเข้าด้วยกันจะได้เงื่อนไขที่เพียงพอ ดังนั้นจะได้บทนิยามของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนดังนี้คือ บทนิยาม รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน หมายถึง รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานซึ่งมีด้านที่อยู่ติดกันยาวเท่ากัน ครูสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ โดยใช้คำว่า “ก็ต่อเมื่อ” ตัวอย่างเช่น ประโยคที่ว่า “รูปหลายเหลี่ยมปกติ หมายถึง รูปที่มีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน และมุมทุกมุมมีขนาดเท่ากัน” สามารถแทนด้วยประโยค “รูปหลายเหลี่ยมเป็นรูปปกติ ก็ต่อเมื่อ เป็นรูปที่มีมุมทุกมุมมีขนาดเท่ากันและด้านทุกด้านยาวเท่ากัน” เป็นต้น

3.2.5 การยกคุณลักษณะที่ไม่ใช่เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ (Giving a Characteristic Which is neither Necessary nor Sufficient Condition)

คุณลักษณะของวัตถุที่ใช้แทนมโนทัศน์ เช่น มีด้านสามด้านและมีมุมสามมุม เป็นคุณลักษณะของรูปสามเหลี่ยม มีจำนวนแถวและสดมภ์เท่ากันเป็นคุณลักษณะของเมทริกซ์จัตุรัส มีแกนสมมาตรจำนวนมากเป็นคุณลักษณะของวงกลม คุณลักษณะที่กล่าวมาอาจแยกได้เป็นสามประเภท คือ คุณลักษณะที่เป็นเงื่อนไขที่จำเป็น คุณลักษณะที่เป็นเงื่อนไขที่เพียงพอและคุณลักษณะที่ไม่ใช่เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ ประโยชน์ของการคำนวณเป็นคุณลักษณะของฟังก์ชันลอการิทึมฐานสิบแต่ไม่ใช่เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอของการเป็น

ฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันความน่าจะเป็นเป็นพื้นฐานสำหรับวิชาสถิติแต่ไม่ใช่เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ การยกคุณลักษณะเป็นวิธีการหนึ่งในการเรียนรู้โน้ตส์ บางครั้งในการสอนโน้ตส์ครูอาจจำเป็นต้องยกสิ่งที่เป็นคุณลักษณะที่ไม่ใช่เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอของมโนทัศน์แทนการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง แต่สำหรับครูคณิตศาสตร์ไม่ได้ใช้เงื่อนไขนี้บ่อยเท่ากับครูในวิชาอื่นๆ เพราะมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความชัดเจนกว่าในวิชาอื่นด้วยเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ

3.2.6 การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่าง (Comparing and Contrasting)

นอกจากวิธีดังได้กล่าวมาแล้วยังมีการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อีกวิธีหนึ่ง คือ การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างของมโนทัศน์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ที่กำลังเรียนยิ่งขึ้น ในการสอนมโนทัศน์ควรเลือกสิ่งที่มีนักเรียนมีความคุ้นเคยมากนำไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยน้อยกว่า วัตถุต่าง ๆ ย่อมมีทั้งสิ่งที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกัน จึงต้องเปรียบเทียบทั้งสองคุณลักษณะ เช่น การเปรียบเทียบ กึ่งเส้น (half-line) กับ รังสี การสอนระบบเมตริกโดยนำไปเปรียบเทียบกับระบบอังกฤษ เป็นต้น

สรุป วิธีสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ มูฟ มีอยู่สองลักษณะคือ (1) การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง (2) การยกคุณลักษณะของมโนทัศน์

4. หลักในการวางแผนการสอนมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์

คูนีย เดวิส และ เฮนเดอร์สัน (Cooney, Davis & Henderson. 1983 : 108) ได้กล่าวถึงหลักในการวางแผนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประการ ดังนี้

4.1 ควรคำนึงถึงความสามารถทางการเรียนรู้และพื้นความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียน

ถ้านักเรียนมีความสามารถทางการเรียนรู้ ใช้วิธียกคุณลักษณะของมโนทัศน์ อาจจะเพียงพอ เพราะนักเรียนเข้าใจบทนิยามแล้ว

ถ้านักเรียนไม่มีความสามารถทางการเรียนรู้ ควรใช้วิธียกสิ่งที่เป็นตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างพร้อมการอธิบายเหตุผลประกอบ

ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมเป็นอย่างดี ควรมีการเปรียบเทียบสิ่งที่คล้ายคลึงและสิ่งที่แตกต่างกันของมโนทัศน์ โดยการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างตามด้วยการแยกแยะคุณลักษณะที่แตกต่าง

ถ้านักเรียนมีพื้นความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์น้อย ควรทบทวนมโนทัศน์ที่จะใช้เพื่อสอนมโนทัศน์ใหม่เสียก่อนจึงสอนมโนทัศน์ใหม่

4.2 ควรคำนึงถึงประสบการณ์เดิมของครูที่เคยเรียนและเคยสอนมโนทัศน์ใดมโนทัศน์หนึ่ง

ในการวางแผนการสอนครูควรนึกถึงประสบการณ์ที่ครูเคยเรียนมาและประสบการณ์ที่ครูเคยสอนนักเรียนไปแล้วเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการวางแผนการสอนของตนเองในครั้งต่อไป ดังนี้

ถ้านักเรียนไม่เข้าใจเงื่อนไขที่เพียงพอ ครูอาจจะต้องเน้นการอธิบายเหตุผลประกอบสิ่งที่เป็นตัวอย่าง

ถ้านักเรียนไม่เข้าใจเงื่อนไขที่จำเป็น ครูอาจจะต้องเน้นสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง เพื่อเสริมเงื่อนไขที่จำเป็นโดยการอธิบายเหตุผลประกอบด้วยว่าเหตุใดจึงเป็นสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง

ถ้านักเรียนมีมโนทัศน์ไม่ถูกต้องและได้ผลสรุปที่เป็นนัยทั่วไปไม่ถูกต้อง ครูควรยกตัวอย่างค้าน

4.3 ควรคำนึงถึงความสำคัญของมโนทัศน์

ถ้ามโนทัศน์มีความสำคัญและใช้เพื่อพัฒนามโนทัศน์อื่นๆ ควรใช้มโนทัศน์ที่จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจชัดเจนขึ้น เช่น ใช้วิธีการยกบทนิยามของมโนทัศน์และเสริมด้วยการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างประกอบเงื่อนไขที่เพียงพอ

ถ้านักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน ควรให้นักเรียนยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างเพื่อทดสอบความเข้าใจ

ถ้ามโนทัศน์นั้นไม่มีความสำคัญเป็นพิเศษยกเฉพาะสิ่งที่เป็นตัวอย่างก็เพียงพอที่จะทำความเข้าใจ

5. ยุทธวิธีในการสอนมโนทัศน์ (Strategies in Teaching a Concept)

ในการเลือกยุทธวิธีการสอนมโนทัศน์นั้นต้องคำนึงถึงธรรมชาติของนักเรียนและความสำคัญของมโนทัศน์เป็นสำคัญ ถ้าพบว่ายุทธวิธีที่นำมาใช้ในห้องเรียนไม่ประสบความสำเร็จ ครูสามารถขยายหรือปรับปรุงแก้ไขจนได้ยุทธวิธีที่เหมาะสม

6. ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนทัศน์และแนวทางแก้ไข

เมื่อครูพบปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีหลักในการปฏิบัติดังต่อไปนี้ (Cooney ; Davis and Henderson. 1983 : 216-221)

6.1 นักเรียนไม่สามารถเรียกชื่อวัตถุ หรือสิ่งที่ใช้แทนมโนทัศน์

วิธีแก้ไข ถ้าเป็นชื่อย่อหรือเป็นศัพท์เทคนิค ครูอาจจะใช้วิธียกตัวอย่าง เป็นต้นว่า เมื่อนักเรียนบอกไม่ได้ว่าเส้นที่ลากจากจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมไปแบ่งครึ่งด้านตรงข้ามเรียกว่า เส้นมัธยฐาน ครูอาจต้องใช้การยกตัวอย่าง โดยการลากเส้นมัธยฐานให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนบอกชื่อของเส้นดังกล่าวหรือนำรูปสามเหลี่ยมหลาย ๆ รูปมาให้นักเรียนลากเส้นมัธยฐาน

6.2 นักเรียนไม่สามารถบอกความหมายของคำศัพท์ที่ใช้แทนมโนทัศน์ได้

วิธีแก้ไข ครูอาจจะต้องใช้บทนิยามหรือเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ

6.3 นักเรียนจำเงื่อนไขที่จำเป็นไม่ได้ เป็นต้นว่า นักเรียนจำไม่ได้ว่ารูปสี่เหลี่ยมด้านขนานต้องมีด้านตรงข้ามขนานกัน

วิธีแก้ไข ครูต้องทบทวนเงื่อนไขที่จำเป็นว่ารูปสี่เหลี่ยมด้านขนานต้องมีด้านขนานกัน 2 คู่ คือ ด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน

6.4 นักเรียนจำเงื่อนไขที่เพียงพอไม่ได้

วิธีแก้ไข ครูต้องทบทวนเงื่อนไขที่เพียงพอให้นักเรียน

6.5 นักเรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่เป็นตัวอย่างหรือยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ได้ สาเหตุน่าจะมาจากนักเรียนไม่รู้หรือจำเงื่อนไขที่เพียงพอไม่ได้

วิธีแก้ไข ครูต้องทบทวนเงื่อนไขที่เพียงพอให้นักเรียน โดยใช้วิธีการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง และไม่เป็นตัวอย่าง

6.6 นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนในการจัดประเภทมโนทัศน์

ตัวอย่าง

- (1) จัดประเภทของสิ่งที่เป็นตัวอย่างให้เป็นสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง สาเหตุคือไม่รู้เงื่อนไขที่จำเป็น
- (2) จัดประเภทของสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างให้เป็นสิ่งที่เป็นตัวอย่าง สาเหตุคือไม่รู้เงื่อนไขที่เพียงพอ

วิธีทดสอบว่านักเรียนมีความคลาดเคลื่อนประเภทนี้ทำได้โดยครูให้นักเรียนอธิบายวิธีการที่นักเรียนใช้ในการจัดประเภทประกอบ

6.7 นักเรียนไม่สามารถนำสิ่งที่กำหนดให้มาใช้ประโยชน์ได้

ตัวอย่าง นักเรียนไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่า เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนตั้งฉากซึ่งกันและกัน อาจเป็นเพราะว่าไม่สามารถพิสูจน์ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมเพราะไม่นำความรู้เรื่องความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนซึ่งยาวเท่ากันมาใช้ในการพิสูจน์ปัญหานี้มีผลทางจิตวิทยา พบว่าเด็กที่มีความสามารถในการเรียนรู้ว่าจะมีปัญหारे่องนี้ วิธีแก้ไขยากที่จะทำได้ แต่มีวิธีการหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้คือครูต้องใช้คำถามนำทางให้นักเรียนได้คิด

สรุป การสอนมโนทัศน์ให้มีประสิทธิภาพนั้นครูต้องรู้ปัญหาหรือวิธีการคิดของนักเรียนเพื่อจะได้ใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการสอนเพื่อป้องกันและแก้ไขมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ในการสอนซ่อมเสริมเกี่ยวกับมโนทัศน์ให้นักเรียน ครูควรคาดการณ์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นโดยการรวบรวมปัญหาที่เคยพบหรือที่บุคคลอื่นพบหรือเคยสำรวจไว้และคิดวิธีป้องกันและแก้ไขไว้ล่วงหน้า ซึ่งปัญหาแต่ละอย่างอาจต้องใช้วิธีการแก้ปัญหาแตกต่างกันไปและนักเรียนที่มีปัญหาเรื่องเดียวกันก็อาจต้องแก้ด้วยวิธีที่ต่างกันก็เป็นได้

แบบฝึกหัดเรื่อง “การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์”

คำชี้แจง จงตอบคำถามต่อไปนี้พอสังเขป

1. จงแสดงว่ามีมโนทัศน์ที่เป็นไปได้หลายมโนทัศน์ของรูปเรขาคณิตที่เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและเหตุใดมโนทัศน์ดังกล่าวจึงสมมูลกัน
2. จงบอกวิธีตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ที่สอน และสิ่งที่แสดงว่านักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ที่สมเหตุสมผลมากที่สุดคืออะไร เพราะเหตุใด
3. วิธีหนึ่งในการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเรียนรู้มโนทัศน์ ก็คือการให้นักเรียนแลเห็นประโยชน์ของมโนทัศน์นั้น
4. จงบอกวิธีที่คุณจะสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเรียนรู้มโนทัศน์ของความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม
5. จงแสดงให้เห็นว่ารูปสามเหลี่ยมช่วยในการแก้ปัญหาบางปัญหา ถ้าไม่มีรูปสามเหลี่ยมจะแก้ปัญหานี้ไม่ได้
6. จากมโนทัศน์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงพิจารณาว่าจะสอนมโนทัศน์เหล่านี้แก่นักเรียน หรือ จะใช้มโนทัศน์เหล่านี้โดยไม่ต้องเสียเวลาสอนนักเรียน
มโนทัศน์ที่กำหนดให้ ได้แก่ โปรแทริกเตอร์วงกลม รูปห้าเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปแปดเหลี่ยมด้านเท่า มุม จุด เส้นตรง ระนาบ วงเวียน
7. จงยกตัวอย่าง บทนิยามของมโนทัศน์ 1 ตัวอย่าง และบอกด้วยว่าข้อความใดเป็นเงื่อนไขที่จำเป็น และเงื่อนไขที่เพียงพอ
8. เมื่อนักเรียนบอกบทนิยามของมโนทัศน์ใดไม่ถูกต้อง ครูจะอธิบายให้นักเรียนรู้ได้อย่างไร
9. จากมโนทัศน์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงยกเงื่อนไขที่เพียงพอของมโนทัศน์
วงกลม เส้นมัธยฐาน รูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า เส้นตั้งฉาก

10. จงยกตัวอย่างค้านัยทั่วไปที่ไม่ถูกต้องต่อไปนี้

ก. รูปเรขาคณิต 4 ด้านซึ่งมีด้านเท่ากัน 1 คู่ และด้านที่เท่ากันทุกประการ 1 คู่ จะเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านขนาน

ข. รูปหลายเหลี่ยมซึ่งมีมุมเท่ากันทุกมุมเป็นรูปหลายเหลี่ยมปกติ

ค. ถ้าด้าน 2 ด้านที่เท่ากันทุกประการของรูปไม่อยู่ติดกันแล้วรูปนั้นไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

หน้าจั่ว

ง. ส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมคือเส้นที่ลากจากมุมยอดไปยังด้านตรงข้ามและอยู่ในรูปสามเหลี่ยม

จ. ถ้ากราฟของสมการหนึ่งเป็นเส้นตรงแล้วสมการนั้นจะเป็นสมการเชิงเส้น

ฉ. ธรรมชาติมีทัศนมิติอิทธิพลต่อยุทธวิธีการสอนอย่างไร

ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต

หัวเรื่อง

1. ความหมายของภาพลักษณ์โน้ตทัศน์
2. ความสำคัญของภาพลักษณ์โน้ตทัศน์
3. ตัวแบบของมโนทัศน์ทางเรขาคณิต
4. งานวิจัยเพื่อค้นหาภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
5. กิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์โน้ตทัศน์

แนวคิด

1. มโนทัศน์ทางเรขาคณิตอาจจะแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ *บทนิยามมโนทัศน์* และ *ภาพลักษณ์มโนทัศน์* บทนิยามมโนทัศน์ หมายถึง คำหรือข้อความที่ใช้สำหรับให้คำจำกัดความมโนทัศน์ ภาพลักษณ์มโนทัศน์ หมายถึง ภาพในใจของบุคคลใดบุคคลหนึ่งที่มีต่อมโนทัศน์นั้น ซึ่งได้แก่ ภาพ สัญลักษณ์และสมบัติที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้น เช่น ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ของบุคคลคนหนึ่งเกี่ยวกับฟังก์ชันที่มี x เป็นตัวแปรอิสระ และ y เป็นตัวแปรตามอาจจะประกอบด้วย กราฟของฟังก์ชันและ สัญลักษณ์ $y = f(x)$ เป็นต้น

2. ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์มีความสำคัญใช้เป็นเครื่องมือของครูในการแก้ไขและป้องกันมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ภาพลักษณ์โน้ตทัศน์มีความคงทนมากกว่าบทนิยามมโนทัศน์ถึงแม้เวลาผ่านไปนักเรียนก็จะระลึกถึงได้ หรือแม้จะหลงลืมเมื่อถูกกระตุ้นก็สามารถจะระลึกได้เช่นกัน

3. ตัวแบบมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ครูในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาและอาจารย์ระดับอุดมศึกษาส่วนมาก มีแนวคิดว่บทนิยามมโนทัศน์ก่อให้เกิดภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ แต่ วินเนอร์ (Herskowitz , Bruckheimer & Vinner. 1987 ; citing Vinner. 1983) มีแนวคิดว่ คนเราสร้างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ไม่ใช่บทนิยามมโนทัศน์ ดังนั้นเมื่อได้รับงานก็จะสร้างภาพลักษณ์โน้ตทัศน์และนำไปใช้โดยไม่ต้องผ่านบทนิยามมโนทัศน์

4. เฮิร์ชโควิทซ์ บรุคไฮเมอร์ และวินเนอร์ (Herskowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987) ศึกษาวิจัยพบว่า ครู นักเรียนในระดับประถมศึกษา(เกรด 9-12) และ นักศึกษาครูในประเทศอิสราเอล มีภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตพื้นฐานคลาดเคลื่อนคล้ายคลึงกัน และนอกจากนี้ยังมีนักวิจัยคนอื่น ๆ พบว่านักเรียนมีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์คลาดเคลื่อนในเรื่องต่างๆ ที่เป็นปัญหาในการเรียนเรขาคณิต

5. การเรียนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ด้วยบทนิยามมโนทัศน์โดยที่นักเรียนไม่มีภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ในเรื่องนั้นมาก่อนทำให้การเรียนไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ครูควรมีกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์โน้ตทัศน์สำหรับมโนทัศน์ทางเรขาคณิตให้แก่นักเรียน

จุดประสงค์

1. เมื่อนักศึกษาได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับภาพลักษณ์โน้ตส์แล้ว นักศึกษาสามารถบอกแนวคิดเกี่ยวกับภาพลักษณ์โน้ตส์ได้
2. เมื่อนักศึกษาได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับภาพลักษณ์โน้ตส์แล้ว นักศึกษาสามารถนำแนวคิดเกี่ยวกับภาพลักษณ์โน้ตส์ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนโน้ตส์ทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้

ภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต

1. ความหมายของภาพลักษณ์มโนทัศน์

มโนทัศน์ทางเรขาคณิต อาจแบ่งออกได้เป็น 2 องค์ประกอบ (Vinner et al. 1983 : 293 ; citing Vinner. 1975 : 339) ได้แก่ *บทนิยามมโนทัศน์* (Concept definition) และ *ภาพลักษณ์มโนทัศน์* (Concept image)

บทนิยามมโนทัศน์ หมายถึง คำหรือข้อความที่ใช้สำหรับให้คำจำกัดความของมโนทัศน์นั้น ๆ

ภาพลักษณ์มโนทัศน์ หมายถึง ภาพ สมบัติและสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่มีอยู่ในใจของบุคคลคนหนึ่ง

มโนทัศน์บางมโนทัศน์อาจจะประกอบด้วยภาพลักษณ์มโนทัศน์และบทนิยามมโนทัศน์ แต่บางมโนทัศน์มีเพียงภาพลักษณ์มโนทัศน์เท่านั้น เช่น มโนทัศน์ คำว่า บ้าน สัม ไม่มีบทนิยามมโนทัศน์ เพราะเด็กมีมโนทัศน์ที่ชัดเจนเกี่ยวกับบ้านและสัมผัสตัวมาตั้งแต่เด็กแล้ว แต่บางมโนทัศน์จะมีองค์ประกอบทั้งสององค์ประกอบ เช่น มโนทัศน์ของป่าไม้ อาจต้องเริ่มต้นโดยการให้นิยามเสียก่อนว่า *ป่าไม้* หมายถึง *สถานที่ที่มีต้นไม้ขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก* แล้วเราก็นึกถึงภาพของสถานที่ที่มีต้นไม้ขึ้นเป็นจำนวนมาก จะเกิดภาพในใจของ "ป่าไม้" ขึ้นมา ซึ่งเราเรียกว่า ภาพลักษณ์มโนทัศน์ของป่าไม้ นั่นเอง ตัวอย่างในเรขาคณิต เช่น เราให้บทนิยามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากว่า *รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก* หมายถึง *รูปสามเหลี่ยมที่มีมุม ๑ หนึ่งเป็นมุมฉาก* ถ้าเราสามารถสร้างภาพในใจโดยไม่ต้องสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากจริง ๆ ประกอบและสามารถมองเห็นภาพสัญลักษณ์ของมุมฉากและสมบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก แสดงว่า เกิดภาพลักษณ์มโนทัศน์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากขึ้นในใจเรา

สรุป ภาพลักษณ์มโนทัศน์ หมายถึง ภาพ สัญลักษณ์และสมบัติที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นที่มีอยู่ในใจของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง

2. ความสำคัญของภาพลักษณ์มโนทัศน์

ภาพลักษณ์มโนทัศน์มีความสำคัญในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ กล่าวได้พอสังเขปดังนี้คือ

1. ภาพลักษณ์มโนทัศน์มีความสำคัญในการเรียนรู้มโนทัศน์ โดยเฉพาะมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ถ้าไม่นำภาพลักษณ์มโนทัศน์ไปเกี่ยวข้องในการเรียนการสอนเรื่องนั้น ๆ ทำให้เกิดความยุ่งยากที่จะจำกัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ หลังจากนักเรียนได้รับรู้บทนิยามมโนทัศน์ที่ถูกต้องไปช่วงเวลาหนึ่ง โดยความจำเป็นที่ต้องนำความรู้ไปใช้ภาพลักษณ์มโนทัศน์ของนักเรียนก็จะปรากฏอีกครั้งซึ่งมีโอกาสมากมายที่จะไม่ถูกต้องหรือสมบูรณ์ (Furinghetti & Paolo. 1991 ; Vinner. 1983) ถ้านักเรียนมีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง นักเรียนก็จะนำภาพลักษณ์มโนทัศน์ดังกล่าวมาใช้ โดยไม่สนใจบทนิยามมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

เนื่องจากบทนิยามมโนทัศน์อาจหลงลืมได้เมื่อเวลาผ่านไป แต่ภาพลักษณ์มโนทัศน์เป็นมโนทัศน์ที่คงทนกว่า และติดตัวนักเรียนจึงระลึกถึงได้ง่ายและใช้ได้ในที่ (Vinner. 1983 : 293)

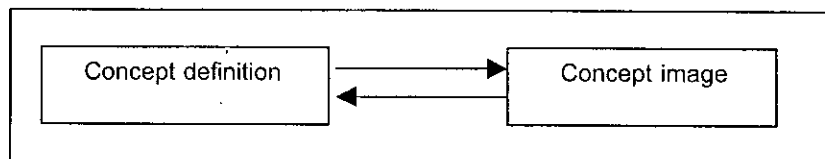
2. การสร้างมโนทัศน์หรือรับรู้มโนทัศน์ของคนเรานั้นเป็นการสร้างภาพลักษณ์มโนทัศน์ไม่ใช่บทนิยามมโนทัศน์

3. บทนิยามมโนทัศน์ อาจจะไม่คงทนหรืออาจหลงลืมได้เมื่อเวลาผ่านไป แต่ภาพลักษณ์มโนทัศน์มีคุณลักษณะคงทนกว่า โดยที่เกือบทั้งหมดจะติดตัวตลอดเวลา แม้ว่าจะเกิดการหลงลืมก็สามารถกระตุ้นให้ระลึกถึงได้

3. ตัวแบบของมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

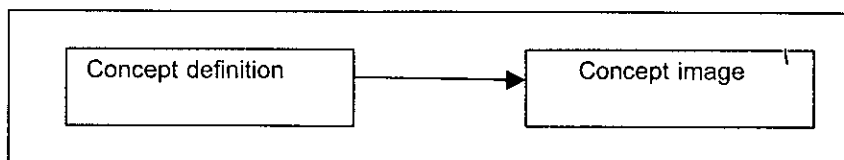
วินเนอร์ (Vinner. 1983 : 293-297) ได้กล่าวถึงข้อสันนิษฐานของตัวแบบของมโนทัศน์ทางเรขาคณิตไว้ว่า ในโครงสร้างกลไกการคิด (Cognitive structure) ประกอบด้วยเซลล์ (Cells) 2 เซลล์ (ในที่นี้ไม่ใช่เซลล์ในชีววิทยา) คือ เซลล์ของบทนิยามมโนทัศน์ และเซลล์ของภาพลักษณ์มโนทัศน์อาจจะมีเซลล์ ๆ หนึ่งหรือทั้งสองเซลล์ที่เป็นเซลล์ที่ว่างเปล่า (Void cell) เซลล์ทั้งสองอาจจะมีปฏิสัมพันธ์กัน ถึงแม้ว่าเซลล์ทั้งสองจะก่อตัวขึ้นมาอย่างเป็นอิสระก็ตามดังภาพประกอบ 1 ด้วยเหตุนี้ เมื่อมีภาพลักษณ์มโนทัศน์เกิดขึ้นแล้วมีการเปลี่ยนแปลงบทนิยามให้กว้างกว่าเดิม อาจเป็นไปได้ที่นักเรียนรับรู้สิ่งเพิ่มเติมหรือภาพลักษณ์คงเดิมแม้ว่าบทนิยามมโนทัศน์ได้ชั่วคราวหรือแม้แต่ในกรณีที่ทั้งสองเซลล์คงเดิม

การเรียนรู้มโนทัศน์ใดมโนทัศน์หนึ่ง ถ้าเริ่มต้นด้วยการให้บทนิยาม หลังจากได้รับตัวอย่างหรือคำอธิบายหลาย ๆ ตัวอย่าง ภาพลักษณ์มโนทัศน์จะค่อย ๆ เกิดขึ้น แต่ภาพลักษณ์มโนทัศน์อาจไม่สามารถเก็บรายละเอียดของทุกลักษณะในบทนิยามมโนทัศน์ได้ทั้งหมด



ภาพประกอบ 1 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทนิยามมโนทัศน์และภาพลักษณ์มโนทัศน์ (Vinner. 1983 : 294)

แผนภาพการเกิดมโนทัศน์ที่ครูในระดับมัธยมศึกษาและระดับมหาวิทยาลัยคาดคิดไว้จะมีลักษณะเป็นทางเดียว ดังแสดงในภาพประกอบ 2 กล่าวคือ บทนิยามมโนทัศน์จะทำให้เกิดภาพลักษณ์มโนทัศน์

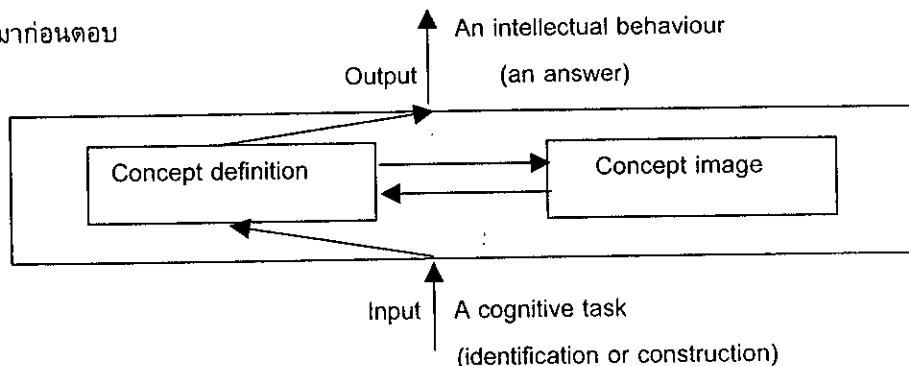


ภาพประกอบ 2 การเกิดภาพลักษณ์มโนทัศน์ผ่านการให้บทนิยามมโนทัศน์ (Vinner. 1983 : 295)

จากภาพประกอบ 2 ภาพลักษณ์มโนทัศน์เกิดขึ้นจากบทนิยามมโนทัศน์และอยู่ภายใต้การควบคุมของบทนิยามมโนทัศน์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูหลายคนคาดหวังจะให้เป็นอย่างนั้น

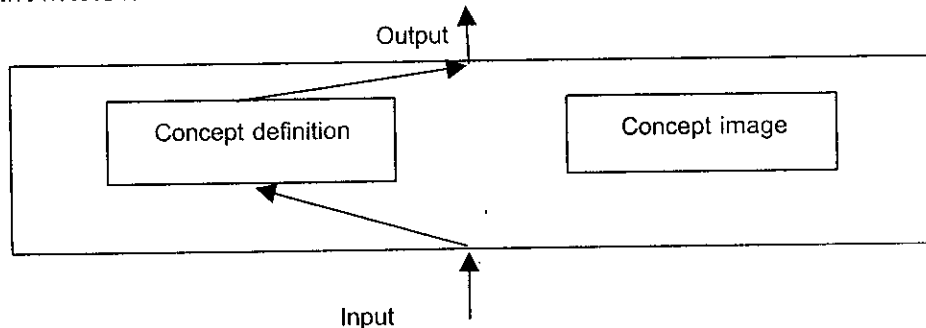
ยิ่งกว่านั้นสิ่งที่ครูคาดคิดสำหรับชั้นการแสดงความรู้นักเรียนเมื่อได้รับโจทย์หรือแบบฝึกหัด คือ คาดว่าจะเกิดแบบแผนการคิดอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังในภาพประกอบ 3 ถึง 5

จากภาพประกอบ 3 เมื่อนักเรียนได้รับงาน เช่น ให้ตรวจสอบว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์หรือไม่ นักเรียนก็จะนึกถึงนิยามมโนทัศน์ ต่อจากนั้นจะตรวจสอบกับภาพลักษณมโนทัศน์ กลับไปกลับมาก่อนตอบ



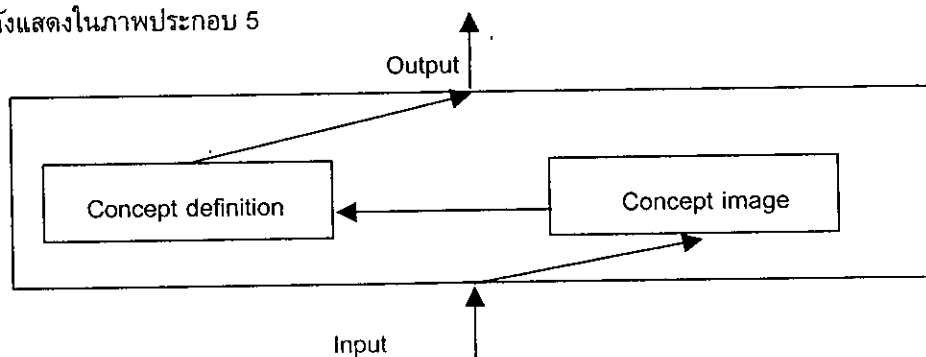
ภาพประกอบ 3 การตอบโดยนึกถึงนิยามมโนทัศน์เป็นอันดับแรก ทำความเข้าใจกับภาพลักษณมโนทัศน์ก่อนตอบ (Vinner. 1983 : 295)

บางครั้งนักเรียนอาจรับรู้บทนิยามมโนทัศน์ที่แสดงออกมาเป็นผลลัพธ์ ซึ่งบทนิยามมโนทัศน์นั้นซับซ้อนเกินกว่าที่จะเข้าใจ จึงไม่สามารถส่งผลให้เกิดภาพลักษณมโนทัศน์ขึ้นมาได้ ดังแสดงในภาพประกอบ 4



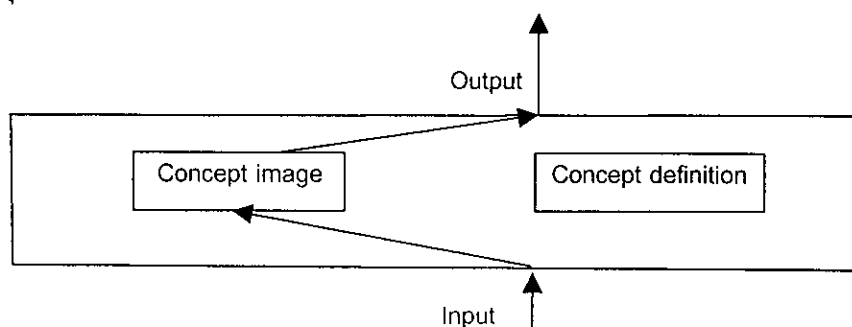
ภาพประกอบ 4 การใช้บทนิยามมโนทัศน์ตอบโดยไม่ผ่านภาพลักษณมโนทัศน์ (Vinner. 1983 : 295)

บางครั้งเมื่อได้รับคำถามจะเข้าไปที่ภาพลักษณมโนทัศน์ของนักเรียนก่อน แต่ตอบโดยใช้บทนิยามมโนทัศน์ ดังแสดงในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 การตอบโดยผ่านภาพลักษณมโนทัศน์ก่อน แต่ตอบด้วยบทนิยามมโนทัศน์ (Vinner. 1983 : 296)

แต่ วินเนอร์ เห็นว่า ผลการฝึกที่ดีไม่น่าจะสะท้อนเป็นแบบใดเลยในสามแบบ ซึ่งสำหรับแบบที่สาม เป็นไปไม่ได้ที่จะบังคับแนวคิดของนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นการใช้บทนิยามสร้างภาพลักษณ์โมโนทัศน์หรือทำโจทย์ ด้วยเหตุผลสองประการ คือ (1) การอธิบายหรือการใช้โมโนทัศน์ของคนเราต้องใช้ภาพลักษณ์โมโนทัศน์ ไม่ใช่ บทนิยามโมโนทัศน์ (2) บทนิยามโมโนทัศน์ อาจจะไม่คงทน หรือหลงลืมได้เมื่อเวลาผ่านไป แต่ภาพลักษณ์โมโนทัศน์มีคุณลักษณะคงทนกว่า โดยที่เกือบทั้งหมดจะติดตัวตลอดเวลา แม้ว่าจะเกิดการหลงลืมก็สามารถกระตุ้นให้ระลึกถึงได้ ดังนั้นเมื่อมีโจทย์ให้คิด กลไกการคิดน่าจะคล้ายกับ ภาพประกอบ 6 ดังนี้



ภาพประกอบ 6 การตอบโดยอาศัยภาพลักษณ์โมโนทัศน์ (Vinner, 1983 : 296)

4. งานวิจัยเพื่อค้นหาภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

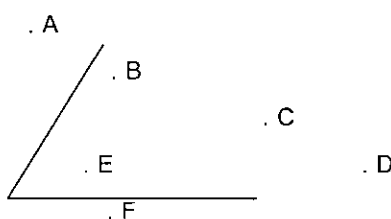
เฮิร์ชโควิทซ์และวินเนอร์ (Hershkowitz ; Bruckheimer & Vinner. 1987 ; citing Hershkowitz & Vinner. 1984) ได้สำรวจภาพลักษณ์โมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษา ครูประจำการ และ นักศึกษาครูในประเทศอิสราเอล โดยกลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนเกรด 5-8 จำนวน 518 คน เป็นนักศึกษาครูที่จะทำการสอนในโรงเรียนประถมศึกษา จำนวน 142 คน ครูประจำการที่สอนระดับประถมศึกษา จำนวน 25 คน โดยเปรียบเทียบภาพลักษณ์โมโนทัศน์รวมทั้งตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการสร้างมโนทัศน์ของทั้งสามกลุ่มดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่า ครู นักศึกษาครู และนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีคุณลักษณะเดียวกัน ในเรื่อง มุม ความสูงของรูปสามเหลี่ยม เส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยม และผลกระทบจากตำแหน่งของมุมฉาก เป็นต้น

เฮิร์ชโควิทซ์ บรูกไฮเมอร์ และ วินเนอร์ ได้นำเสนอตัวอย่างภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ได้จากการสำรวจของ เฮิร์ชโควิทซ์ และ วินเนอร์ ดังตัวอย่าง 1-5 ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากรายงานการวิจัยของ เฮิร์ชโควิทซ์และวินเนอร์ (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 223-227 ; citing Hershkowitz & Vinner. 1984)มีดังนี้

ตัวอย่าง 1 มโนทัศน์ของมุม

ปัญหา จากรูปที่กำหนดให้ จงเขียนวงกลมล้อมรอบจุดที่อยู่ภายในมุม

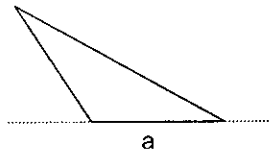


ภาพประกอบ 7 มโนทัศน์เกี่ยวกับมุม

จากการสำรวจพบว่า มีนักเรียนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งและครูมากกว่าครึ่งหนึ่งเพียงเล็กน้อยที่รับรู้มโนลักษณะเป็น ปริมาณอนันต์(Infinite entity) (โดยมีจำนวน 25% ในเกรด 5 และ 50% ในเกรด 8 ในจำนวนนี้เป็นนักศึกษาครู 68% และเป็นครู 55%) ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องของมุม คือ การเขียนรูปของมุม ๆ หนึ่งบนกระดาษนั้นจะเขียนเพียงส่วนหนึ่งของมุมเท่านั้น

ตัวอย่าง 2 ความสูงของรูปสามเหลี่ยม

กำหนดรูปสามเหลี่ยมมาให้ แล้วให้กลุ่มตัวอย่างลากส่วนสูงของสามเหลี่ยม ผลปรากฏว่าครูแสดงออกมาได้ดีกว่านักเรียนเพียงเล็กน้อย ครูและนักเรียนจำนวนมากมีภาพลักษณะมโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์และไม่ถูกต้อง เช่น เมื่อให้ลากส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมมุมป้านมายังด้าน a ดังรูป

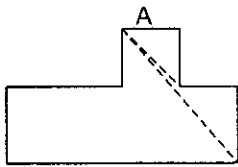


ภาพประกอบ 8 รูปสามเหลี่ยมมุมป้าน

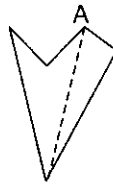
จากตัวอย่าง 2 ปรากฏว่า บางคนลากเส้นมีระยะฐานไปยังด้าน a แทนส่วนสูง บางคนลากเส้นแบ่งครึ่งและทำเครื่องหมายตั้งฉากกับด้าน a เพราะคิดว่าส่วนสูงอยู่ภายในรูปสามเหลี่ยมเท่านั้น และยังไม่ยอมรับแนวคิดของการมีส่วนสูงที่อยู่ภายนอกรูป (Exterior altitude)

ตัวอย่าง 3 การลากเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยม

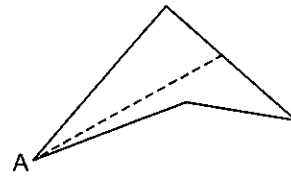
ให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มลากเส้นทแยงมุมจากจุดยอด A ปรากฏว่าทั้งครูและนักเรียนทำเหมือนกันโดยลากเส้นทแยงมุมภายในรูปเท่านั้นจากจุดยอด A ของรูปหลายเหลี่ยมเว้า (รูป (c))



(a)



(b)



(c)

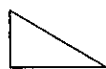
ภาพประกอบ 9 การลากเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยมเว้าของกลุ่มตัวอย่าง

จากการที่นักเรียนมีภาพลักษณะมโนทัศน์ของเส้นทแยงมุมว่าอยู่ภายในรูปเท่านั้นทำให้เขาเกิดความสับสนเมื่อต้องลากเส้นทแยงมุมรูปหลายเหลี่ยมเว้า ทำให้เขาไม่ลากเส้นใดเลย (40% ของนักเรียน 12% ของครู) และบางคนก็ลากเส้นประ ดังรูป(c) (53% ของนักเรียน 49% ของครู)

ตัวอย่าง 4 ผลกระทบจากตำแหน่งของรูป

กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากให้ สามรูปดังภาพประกอบ 10

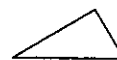
Hershkwitz & Vinner. 1984



(a)



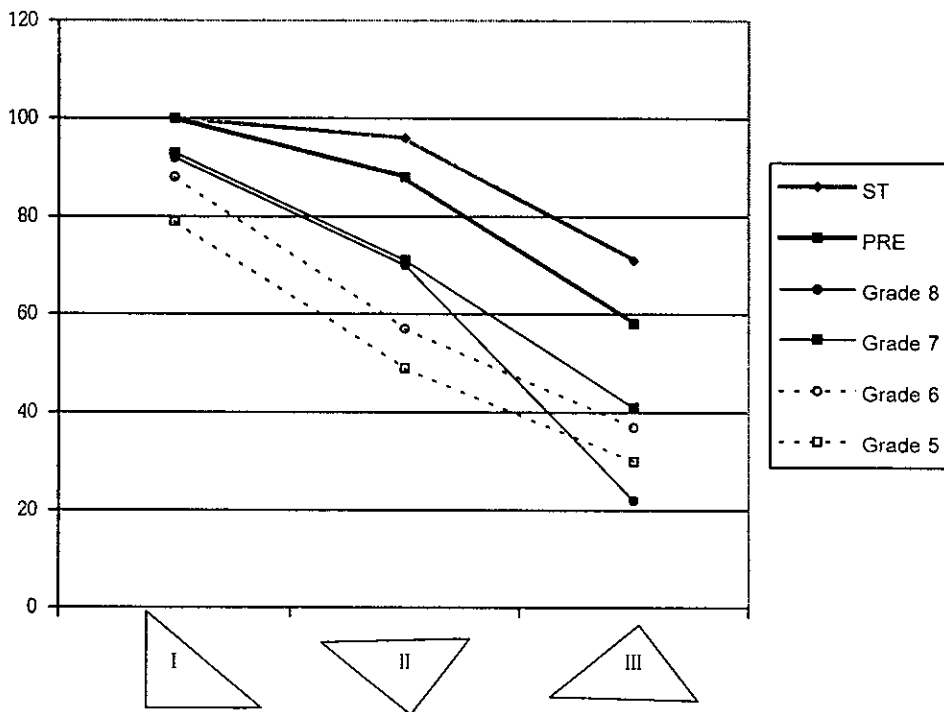
(b)



(c)

ภาพประกอบ 10 รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

เมื่อให้ระบุรูปใดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ผลปรากฏว่าจำนวนครูที่ตอบถูกต้องมีมากกว่านักเรียนเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะรูป(c) ซึ่งมีมุมฉากอยู่ด้านบน ปรากฏว่า นักศึกษาครูตอบถูกต้อง 60% ครูประจำการตอบถูกต้อง 70% ส่วนนักเรียน เกรด 5 ตอบถูกต้องมีเพียง 30% เกรด 6 ตอบถูกต้องเพียง 35% เกรด 7 ตอบถูกต้องเพียง 38% และ เกรด 8 ตอบถูกต้องเพียง 22% เท่านั้น ซึ่งถ้ามองโดยภาพรวม จะพบว่า ในกรณีที่รูปสามเหลี่ยมมีมุมฉากอยู่ด้านบน ทั้งครู นักเรียน และนักศึกษาครู มีภาพลักษณ์ในทัศนคติลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง (ดูกราฟในภาพประกอบ 11)

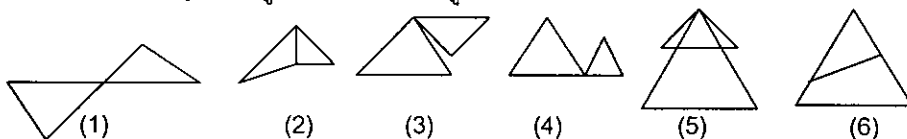


ภาพประกอบ 11 แสดงคำตอบของนักเรียนและครู คิดเป็นร้อยละ (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 225)

ตัวอย่าง 5 รูปปริเทน "Britain"

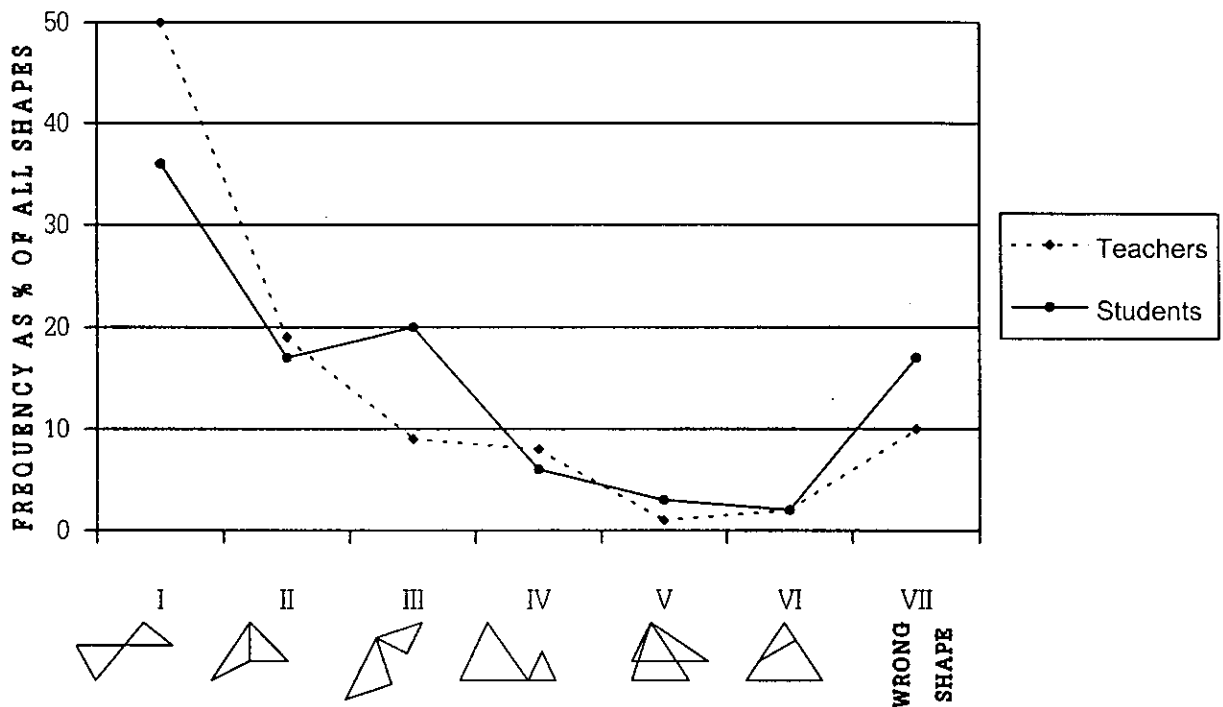
กิจกรรมนี้เป็นการสืบสวนบทบาทของบทนิยามที่ใช้ในการสร้างมโนทัศน์ โดยมีการแนะนำนิยามก่อนว่ารูปปริเทน หมายถึง รูปเรขาคณิตที่ประกอบด้วยสามเหลี่ยมสองรูปที่มีจุดยอดร่วมกัน

กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างจำนวนครึ่งหนึ่งระบุว่ารูปที่กำหนดให้รูปเป็นปริเทนหรือไม่ ส่วนอีกครึ่งหนึ่งให้เขียนรูปปริเทน ผลปรากฏว่า ได้รูปที่นักเรียนและครูเขียน ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 12 รูปปริเทน

พบว่ารูปแบบ(Pattern)ของนักเรียนกับครูคล้ายกันมากทั้งสองกิจกรรม กิจกรรมนี้เป็นการสร้าง มโนทัศน์ใหม่สำหรับทุกคน ทั้งสองกลุ่มสร้างบทนิยามมโนทัศน์ได้คล้ายกับภาพลักษณ์โนทัศน์มาก (ดูกราฟ ในภาพประกอบ 13)



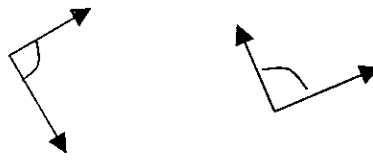
ภาพประกอบ 13 ร้อยละของความถี่ของครูและนักเรียนในการสร้างรูปชนิดต่าง ๆ จากกิจกรรม “ปริเทน” (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 : 226)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ทางเรขาคณิตอื่น ๆ พบ ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังตัวอย่างต่อไปนี้

เรื่องมุม พบว่านักเรียนส่วนมากคิดว่ามุมจะมีด้านประกอบมุมด้านใดด้านหนึ่งอยู่ในแนวนอนหรือ แนวตั้งขึ้น(Upright) (Clement & Battista. 1992 : 447 ; Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 ; citing Vinner & Hershkowitz. 1980 ; Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner. 1987 ; Fuys, Geddes & Tischler. 1988) ดังตัวอย่างภาพลักษณ์โนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องมุมตามภาพประกอบ 13 - 16

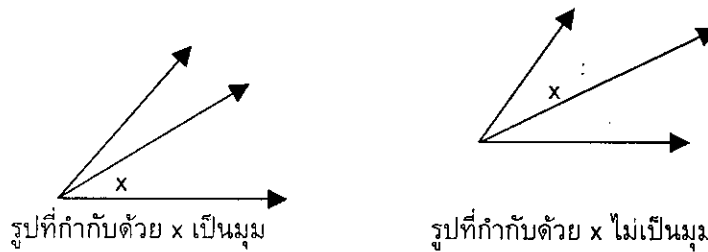


ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องมุมบ้าน



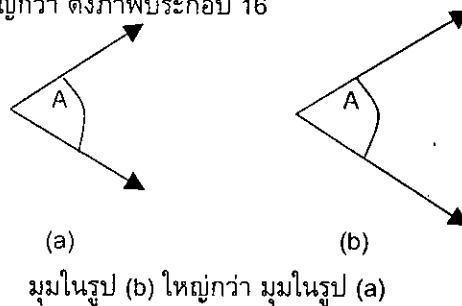
ไม่ใช่มุมฉาก

ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องมุมฉาก



ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องมุม

นอกจากนี้ นักเรียนไม่เข้าใจขนาดของมุม (Schwartz & Riedesel, 1994: 215) ดังรูป (a) และรูป (b) นักเรียนคิดว่ามุมที่กำกับด้วย A ในรูป (b) ใหญ่กว่า มุมที่กำกับด้วย A ในรูป (a) เนื่องจากคิดว่าแขนของมุมในรูป (b) ยาวกว่าทำให้มุมมีขนาดใหญ่กว่า ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับขนาดของมุม

เรื่อง รังสี นักเรียนคิดว่ารังสีมีลูกศรกำกับและอยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้งเท่านั้น (Charles, 1980 : 18)

เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม นักเรียนคิดว่ารูปสามเหลี่ยมมีส่วนสูงอยู่ภายในรูปเท่านั้น เมื่อให้ลาก ส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมมุมป้านจึงลากไม่ได้หรือลากได้ไม่ถูกต้อง (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner, 1987 : 225) นักเรียนคิดว่ารูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตั้งขึ้นเสมอ (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner, 1987 : 225 ; Clement & Battista, 1992 : 447) นักเรียนคิดว่ามุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยมเป็นมุมป้าน (Clement & Battista, 1992 : 448) นักเรียนไม่สามารถแยกมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากออกจาก รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมคางหมู รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนได้ (Clement & Battista, 1992 : 448) และไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากกับ

รูปสี่เหลี่ยมคางหมูได้ (Rowan, 1993 : 60) นักเรียนบางคนไม่สามารถลากเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมเจ้าบางคนลากเส้นทแยงมุมได้ไม่ถูกต้อง (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner, 1987 : 224)

เรื่อง รูปคล้าย เมื่อกำหนดอัตราส่วนของด้านของทรงสี่เหลี่ยมที่คล้ายกันให้ นักเรียนหาอัตราส่วนของปริมาตรของทรงที่คล้ายกันได้ไม่ถูกต้อง เช่น อัตราส่วนของด้านของทรงสี่เหลี่ยมที่คล้ายกันเป็น 1 : 3 ได้อัตราส่วนของปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมที่คล้ายกันเป็น 1 : 9 (Ree & Barr, 1984 : 97)

เรื่อง พื้นที่ นักเรียนบอกว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านยาวด้านละ 2 หน่วยเมื่อเพิ่มความยาวเป็น 2 เท่าของด้านเดิม จะมีพื้นที่เป็น 8 ตารางหน่วย (Cooney, 1999 : 123)

สำหรับตัวอย่างของภาพลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของครูและนักศึกษาครู พบว่ามีคุณลักษณะคล้ายกับนักเรียนในเกรด 6 และ 9 คือ ครูเข้าใจว่า ผลบวกของมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยมมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ ด้านของรูปเรขาคณิตจะอยู่ในแนวตั้งหรือแนวนอนเท่านั้น รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน (Fuys, Geddes & Tischler, 1988 : 150) และส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมอยู่ภายในรูปเท่านั้น (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner, 1987 : 225) เมื่อให้ลากส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมมุมป้านจึงลากไม่ได้หรือลากได้ไม่ถูกต้อง ครูเข้าใจว่ารูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมมีด้านอยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้งเท่านั้น (Hershkowitz, Bruckheimer & Vinner, 1987 : 225) และพบว่านักศึกษาครูไม่เข้าใจสมบัติของรูป ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของรูป (Mayberry, 1983 : 65)

5. กิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณะมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

การนำเสนอแบบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ด้วยบทนิยามมโนทัศน์โดยที่นักเรียนไม่มีภาพลักษณะมโนทัศน์ของมโนทัศน์มาก่อน อาจทำให้การเรียนรู้ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เนื่องจากบทนิยามมโนทัศน์ของมโนทัศน์บางมโนทัศน์นั้นมีความยุ่งยาก ซับซ้อน และยากต่อการตีความ โดยเฉพาะมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมอาจจำเป็นต้องใช้ภาพในใจประกอบ การสร้างภาพในใจสำหรับบางคนเป็นสิ่งที่ยากมาก ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ สิ่งที่จะช่วยให้เราเข้าใจได้ดีขึ้นก็คือบางมโนทัศน์อาจต้องใช้การสร้างภาพประกอบในรูปของ รูปภาพ แผนภาพ หรือกราฟ (Janvier, Giradon & Morand, 1993 : 79) โดยเฉพาะภาพในใจ ภาพในใจมีความสำคัญกว่าภาพที่สามารถมองเห็นได้ การส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างภาพในใจจะส่งเสริมการคิดเชิงสัญลักษณ์ และสอดคล้องกับพัฒนาการของเพียเจต์ (Cheung Yiu Lin, 1964 : 107) การที่นักเรียนสามารถสร้างภาพในใจได้จะช่วยให้เขามีความรู้ที่มั่นคงพอในการย้ายไปสู่การคิดที่เป็นสัญลักษณ์ และเป็นสื่อช่วยให้สามารถขยายการคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการคิดที่มีสัญลักษณ์เป็นจุดมุ่งหมายหลัก การคิดเชิงสัญลักษณ์ถือเป็นการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุด อนึ่งการสร้างภาพในใจมีความสำคัญในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพราะพื้นฐานกิจกรรมทางคณิตศาสตร์มาจากภาพ (Image-based) (Wheatley, 1998 : 75-76)คือสามารถใช้ภาพลักษณะมโนทัศน์แทนได้ เนื่องจากภาพลักษณะมโนทัศน์ประกอบด้วย ภาพ สัญลักษณ์และสมบัติของมโนทัศน์ ดังนั้นการเสริมสร้างให้นักเรียนมีภาพลักษณะมโนทัศน์ที่ถูกต้องย่อมดีกว่าการให้นักเรียนเรียนรู้บทนิยามมโนทัศน์เพียงอย่างเดียว

การส่งเสริมให้นักเรียนสร้างภาพในใจจะช่วยเสริมสร้างเกี่ยวกับสำนึกของจำนวน(number sense) และมิติสัมพันธ์ (Wheatley, 1996 : 75 ; Wheatley, 1998 : 69) มิติสัมพันธ์มีประโยชน์ในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางเรขาคณิต และช่วยให้นักเรียนที่ไม่มีความสามารถในการใช้ถ้อยคำมีโอกาสแสดงความสามารถในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีศักยภาพอีกด้วย ส่วนสัญลักษณ์เองก็มีความสำคัญในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เช่นกัน เพราะในบางสถานการณ์สามารถใช้สัญลักษณ์ใน

การสื่อความหมายได้กว้างไกลและลึกซึ้งมากกว่าการใช้คำพูด สามารถใช้ในการสื่อสารให้เข้าใจกันได้โดยไม่ต้องใช้ภาษาในการสื่อความหมาย และใช้ได้ครอบคลุมเป็นสากลกว่าอีกด้วย โดยเฉพาะสัญลักษณ์ทางเรขาคณิตจะต่างไปจากจำนวนและพีชคณิต คือเห็นสัญลักษณ์แล้วสามารถเข้าใจได้ในทันทีโดยไม่ต้องอาศัยสื่อกลาง (Pimm. 1995 : 57) เป็นการกำหนดภาพที่เป็นรูปธรรมสำหรับมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรม (Cheung Yiu Lin. 1979 : 107)

ตัวอย่างกิจกรรมส่งเสริมภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิต

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรม “The trianquad”

วัตถุประสงค์ กิจกรรมนี้เป็นแสดงการสอนบทนิยามมโนทัศน์ผ่านภาพลักษณ์มโนทัศน์มโนทัศน์ โดยใช้สิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์

คำชี้แจง ให้นักศึกษาดูภาพประกอบ 17 ไปตามลำดับที่ละกรอบและตอบคำถามในแต่ละกรอบ ในกรอบถัดไปจะแสดงคำตอบของกรอบที่อยู่ก่อนหน้านั้น เช่น ในกรอบที่ 2 จะมีคำตอบของกรอบที่ 1 ของกรอบที่ 3 จะมีคำตอบของกรอบที่ 2 เป็นต้น แล้วสังเกตลักษณะที่เหมือนและแตกต่างของภาพที่เป็นและไม่เป็น “trianquad” เมื่อถึงกรอบสุดท้ายแล้วให้เขียนเป็นบทนิยามของไว้ในช่องว่างที่เว้นไว้ให้

จากกิจกรรมที่ 1 จงอภิปรายโดยตอบคำถามดังต่อไปนี้คือ

1. ในการสอนเรื่อง “ The trianquad ” เราใช้วิธีการยกตัวอย่างสองแบบคือ

1.1.....

1.2.....

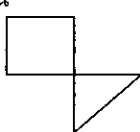
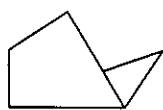
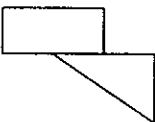
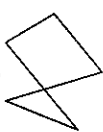
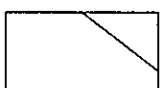
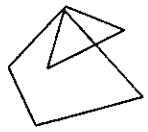
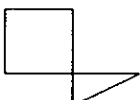
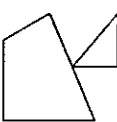
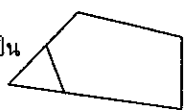
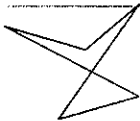
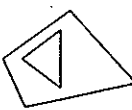
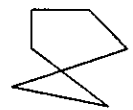
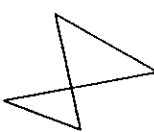
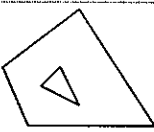
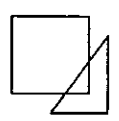
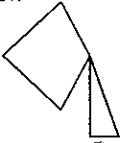
2. การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง ทำให้ทราบอะไรเกี่ยวกับ “ The trianquad ”

3. ในการสอนนิเทศน์ด้วยการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างกับการสอนโดยการบอก
บทนิยามโดยตรงมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร

4. นักศึกษามีข้อสังเกตอย่างไรเพื่อให้ได้ข้อมูลมาสรุปเป็นบทนิยามของ " The trianquad "

5. กิจกรรมนี้นักศึกษาคิดว่ามีวัตถุประสงค์อย่างไร จงอธิบาย

ขอให้นักศึกษาสังเกตว่าแต่ละคนอาจจะให้บทนิยามของ " The trianquad " โดยใช้ถ้อยคำที่
แตกต่างกันบ้าง แต่บทนิยามเหล่านี้ถือเป็นบทนิยามที่สมมูลกัน(equivalent)

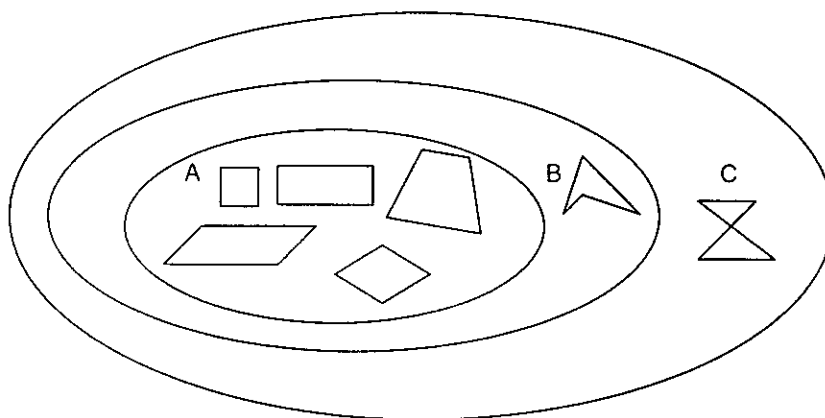
รูป (1) เป็น trianquad  1	รูป (7) ไม่เป็น trianquad รูป (8) เป็น trianquad หรือไม่ 8 เป็น/ไม่เป็น 	รูป (13) ไม่เป็น trianquad รูป (14) เป็น trianquad หรือไม่ 14 เป็น/ไม่เป็น 
รูป (2) เป็น trianquad หรือไม่  2 เป็น/ไม่เป็น	รูป (8) ไม่เป็น trianquad รูป (9) เป็น trianquad หรือไม่ 9 เป็น/ไม่เป็น 	รูป (14) เป็น trianquad รูป (15) เป็น trianquad หรือไม่ 15 เป็น/ไม่เป็น 
รูป (2) ไม่เป็น trianquad รูป (3) เป็น Trianquad หรือไม่ 3 เป็น/ไม่เป็น 	รูป (9) ไม่เป็น trianquad รูป (10) เป็น trianquad หรือไม่ 10 เป็น/ไม่เป็น 	รูป (15) เป็น trianquad รูป (16) เป็น trianquad หรือไม่ 16 เป็น/ไม่เป็น 
รูป (3) เป็น trianquad รูป (4) เป็น trianquad หรือไม่ 4 เป็น/ไม่เป็น 	รูป (10) เป็น trianquad รูป (11) เป็น trianquad หรือไม่ 11 เป็น/ไม่เป็น 	รูป (16) เป็น trianquad รูป (17) เป็น trianquad หรือไม่ 17 เป็น/ไม่เป็น 
รูป (4) เป็น trianquad รูป (5) เป็น trianquad หรือไม่ 5 เป็น/ไม่เป็น 	รูป (11) ไม่เป็น trianquad รูป (12) เป็น trianquad หรือไม่ 12 เป็น/ไม่เป็น 	รูป (17) เป็น trianquad รูป (18) เป็น trianquad หรือไม่ 18 เป็น/ไม่เป็น 
รูป (5) เป็น trianquad รูป (6) เป็น trianquad หรือไม่ 6 เป็น/ไม่เป็น 	รูป (12) ไม่เป็น trianquad รูป (13) เป็น trianquad หรือไม่ 13 เป็น/ไม่เป็น 	รูป (18) ไม่เป็น trianquad รูป (19) เป็น trianquad หรือไม่ 19 เป็น/ไม่เป็น 
รูป (6) ไม่เป็น trianquad รูป 7 เป็น trianquad หรือไม่ 7 เป็น/ไม่เป็น 	รูป (19) ไม่เป็น trianquad จงให้บทนิยามของ trianquad บทนิยาม _____ _____ _____ _____	

ภาพประกอบ 17 แบบฝึกหัด "The trianquad"

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม

วัตถุประสงค์ กิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์ให้นักศึกษาสังเกตสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง ตลอดจนความสัมพันธ์ของรูปสี่เหลี่ยมในแผนภาพของเวนน์เพื่อสรุปทฤษฎีของรูปสี่เหลี่ยม

คำชี้แจง ให้นักศึกษาสังเกตแผนภาพของเวนน์ ในภาพประกอบ 18 แล้วตอบคำถามโดยการเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่เว้นไว้



ภาพประกอบ 18 แผนภาพของเวนน์ แสดงความสัมพันธ์ในทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยม

1. ให้นักศึกษาสังเกตรูปสี่เหลี่ยมในเซต A, B และ C จากแผนภาพของเวนน์ แล้วเติมข้อความในช่องว่างให้สมบูรณ์

เซต A เรียกว่า

สมบัติของเซต A คือ.....

เซต B เรียกว่า

สมบัติของเซต B คือ.....

2. เซต A และ เซต B เหมือนกันอย่างไรและแตกต่างกันอย่างไร

1

3. จงเติมบทนิยามของเซต A และ B

บทนิยาม 1 รูปสี่เหลี่ยมมุม(เซตA) หมายถึง.....

.....

บทนิยาม 2 รูปสี่เหลี่ยมเว้า(เซต B) หมายถึง.....

.....

4. รูป  ในเซต B เป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

ตัวแบบของแวน อีลี

หัวเรื่อง

1. ความสำคัญของตัวแบบของ แวน อีลี และระดับการคิด
2. ระดับการคิดและพฤติกรรมแต่ละระดับ
3. แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิด

แนวคิด

1. ตัวแบบของ แวน อีลี ได้กล่าวถึงระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนที่เป็นอุปสรรคทำให้ นักเรียนเรียนเรขาคณิตไม่ประสบความสำเร็จ อันได้แก่ภาษาที่ครูใช้สื่อสารกับนักเรียน และแนวคิดที่ครูสอน และแนวคิดที่นำเสนอในหนังสือเรียนอยู่คนละระดับกัน ครูหรือหนังสือเรียน จะใช้ภาษาและนำเสนอแนวคิดที่อยู่สูงกว่าระดับการคิดของนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจ ทำกิจกรรมไม่ได้ เป็นต้น
2. ระดับการคิดทางเรขาคณิตของ แวน อีลี แบ่งได้เป็น 5 ระดับคือ ระดับ 0 การมองเห็น เป็น การมองรูปเรขาคณิตในลักษณะเป็นภาพรวม ระดับ 1 การวิเคราะห์ สามารถสังเกตเห็นสมบัติและองค์ประกอบของรูปเรขาคณิต ระดับ 2 การนิรนัยอย่างไม่เป็นทางการ สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ภายในรูปเรขาคณิต และระหว่างรูปเรขาคณิต เข้าใจบทนิยาม ระดับ 3 การนิรนัย เข้าใจระบบสัจพจน์ การนิรนัย สามารถพิสูจน์ได้ด้วยตนเอง ระดับ 4 ระดับสุดยอด สามารถเข้าใจและใช้สัจพจน์ต่างระบบกันได้ เปรียบเทียบการพิสูจน์เรขาคณิตระบบต่าง ๆ
3. ครูสามารถช่วยเหลือให้นักเรียนก้าวไปสู่ระดับการคิดที่อยู่ถัดไปได้โดยใช้ลำดับขั้นการสอน 5 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนที่ 1 การสืบสวนสอบสวน โดยใช้การสนทนาพูดคุยกันถึงสิ่งที่เรียน ใช้คำศัพท์ที่เหมาะสมกับระดับการคิดของนักเรียน ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดกิจกรรมที่มีทิศทาง นักเรียนทำกิจกรรมที่ครูจัดลำดับไว้ อย่างเหมาะสม ขั้นตอนที่ 3 การให้คำอธิบาย ให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดโดยใช้ภาษาของตนเองและเรียนรู้คำศัพท์เทคนิคต่าง ๆ ขั้นตอนที่ 4 การทำกิจกรรมที่ไม่กำหนดทิศทาง นักเรียนทำกิจกรรมที่มีหลายขั้นตอนที่สามารถแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธี นำสมบัติที่รู้ไปหาค้นหาสมบัติอื่น ขั้นตอนที่ 5 การบูรณาการ นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนมาทั้งหมด

วัตถุประสงค์

1. เมื่อศึกษาแนวคิดที่ได้จากการบรรยายของผู้สอน การทำกิจกรรม การอภิปราย และ การศึกษาด้วยตนเองแล้ว นักศึกษาสามารถบอกแนวคิดของตัวแบบของแวน อีลี ได้
2. เมื่อศึกษาแนวคิดของตัวแบบของแวน อีลี แล้ว นักศึกษาสามารถนำแนวคิดนี้ไปจัดกิจกรรม การเรียนการสอนในทัศนทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้

ตัวแบบของแวน ฮีลี

1. ความสำคัญของตัวแบบของ แวน ฮีลี และระดับการคิด

ปัญหาการเรียนการสอนเรขาคณิตเป็นเรื่องที่สนใจมานาน คุณเคยพบว่านักเรียนรู้จักรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแต่ไม่สามารถบอกความหมายของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบ้างหรือไม่ คุณเคยสังเกตว่ามีนักเรียนบางคนไม่เข้าใจว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากบ้างหรือไม่ และคุณเคยพบนักเรียนที่บ่นเกี่ยวกับการพิสูจน์บางสิ่งที่รู้อยู่แล้วว่าเป็นจริงหรือไม่ นักวิจัยพยายามหาเหตุผลว่าเหตุใดนักศึกษาที่เป็นผู้ใหญ่แล้วยังเรียนเรขาคณิตได้ไม่ดีเท่าที่ควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพิสูจน์ทางเรขาคณิต ทำให้วงการจิตวิทยาชาวรัสเซียและสวีเดน มีการสืบค้นไปยังนักเรียนในระดับชั้นต้น ๆ โดยประมาณ 60 ปีมาแล้ว สืบเนื่องมาจากการวิจัยของครูสอนเรขาคณิตสองสามีภรรยา ชาวดัตช์ คือ ปีแอร์ แมรี แวน ฮีลี และไดนา แวน ฮีลี-เกลดอฟ (Pierre Marie van Hiele & Dina van Hiele-Geldof) ที่ได้พยายามหาวิธีให้ความช่วยเหลือนักเรียน ได้คิดและวิเคราะห์ปัญหา และพบสาเหตุที่ทำให้นักเรียนประสบความยุ่งยากในการเรียนเรขาคณิต นั่นคือ พบว่ามี ระดับการคิดทางเรขาคณิต (level of geometric thought) ในการเรียนการสอนเรขาคณิตนั้นระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการสื่อสารระหว่างนักเรียนกับครูและกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน เพราะนักเรียนและครูมีระดับการคิดทางเรขาคณิตต่างระดับกันทำให้สื่อสารกันไม่เข้าใจ ถ้าเนื้อหาในหนังสือเรียนอยู่สูงกว่าระดับการคิดของนักเรียนหรือครูใช้วิธีการสอนโดยให้แนวคิดที่อยู่สูงกว่าระดับการคิดของนักเรียนจะส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจปัญหาในหนังสือเรียนหรืองานที่ครูกำหนดให้ จึงกิจกรรมไม่ได้ ตอบไม่ตรงคำถาม เป็นต้น ต่อมาในทศวรรษที่ 196 แนวคิดนี้ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในสหรัฐอเมริกา แต่ก็ยังไม่ได้มีการนำแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีของ ตัวแบบของ แวน ฮีลี ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรขาคณิตในโรงเรียนจนแต่อย่างใด จนกระทั่งมีการตีพิมพ์หนังสือเล่มหนึ่งของ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา(NCTM) ที่ชื่อว่า Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. ในปี ค.ศ. 1989 จึงมีการนำทฤษฎีของ แวน ฮีลี ไปใช้เป็นเครื่องมือในการสอนเรขาคณิตในโรงเรียน ในมาตรฐานนี้ ได้เน้นให้เห็นความสำคัญของการเรียนรู้อย่างมีลำดับขั้นในลักษณะเดียวกับที่ตัวแบบของแวน ฮีลี กล่าวเอาไว้ โดยเริ่มต้นให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตในลักษณะเป็นภาพรวม ๆ และวิเคราะห์สมบัติที่มีลักษณะเฉพาะระหว่างรูปต่าง ๆ และใช้การนิรนัยแบบง่าย ๆ การสอนมีข้อเสนอแนะให้คำนึงถึงลำดับขั้นของระดับการคิด (The National Council of Teachers of Mathematics. 1989 : 48) และนอกจากนี้ มาตรฐานยังเสนอแนะวิธีการเรียนซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับลำดับขั้นของแวน ฮีลี โดยนำเสนอมุมมองของการจัดสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียนที่เอื้อให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางเรขาคณิตโดยการได้ทำกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การอภิปราย การอรรถาธิบาย และการสาธิต การบูรณาการกระบวนการทางสังคม ใช้การสื่อสารโดยให้มีการแลกเปลี่ยนแนวคิด ทำการทดสอบเพื่อยืนยันข้อคาดเดา(conjectures) ความรู้ได้มาจาก การพูดคุยสนทนากัน การเขียน การฟัง และการอ่าน(NCTM.1989 : 214) และ ยูซิสกิน (Teppo. 1991 : 215-216 ; citing Usiskin. 1982) ได้ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตกับระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า การสอนเรขาคณิตอย่างเป็นระบบ(systematic geometry instruction) ให้นักเรียนก่อนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีความจำเป็นเพราะจะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

เรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและโดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่มีระดับการคิดระดับ 2 (การนิรนัยอย่างไม่เป็นทางการ) จะพบความสำเร็จในการเรียนเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ระดับการคิดและพฤติกรรมแต่ละระดับ

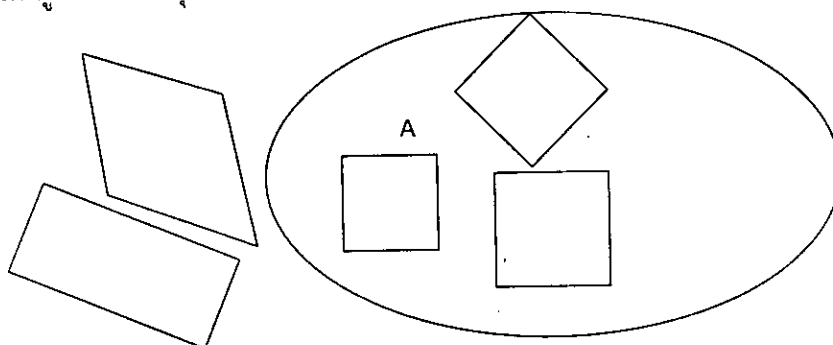
ตัวแบบของ แวน ฮีลี แบ่งระดับการคิดทางเรขาคณิตออกเป็น 5 ระดับ (Crowley. 1987 : 23-16 ; NCTM. 1988 : 71) ได้แก่ ระดับ 0 การมองเห็น (Visualization) ระดับ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ระดับ 2 การนิรนัยอย่างไม่เป็นทางการ (Informal deduction) ระดับ 3 การนิรนัย (Deduction) และ ระดับ 4 ระดับสุดยอด (Rigor) มีรายละเอียดดังนี้คือ

ระดับ 0 การมองเห็น (Visualization) เป็นการมองเห็นรูปเรขาคณิตในลักษณะของภาพรวม แต่ไม่เห็นรายละเอียด ไม่เข้าใจสมบัติหรือองค์ประกอบของรูป รู้จักศัพท์ทางเรขาคณิต สามารถแยกแยะรูปร่างได้โดยอาศัยประสบการณ์ที่เคยพบมาก่อน สามารถลอกและเลียนแบบการวาดรูปได้

ตัวอย่างพฤติกรรมของนักเรียนในระดับ 0

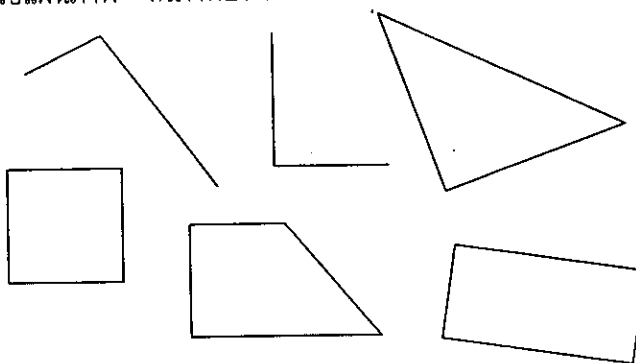
1. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างรูปเรขาคณิตโดยมองภาพรวม ๆ ตัวอย่างเช่น

1.1 เมื่อกำหนดรูปให้ นักเรียนสามารถระบุได้ว่ารูปใดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังภาพประกอบ 1 จะได้ว่า เซต A แทนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส



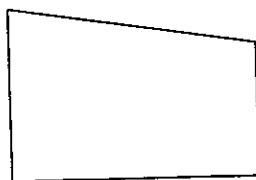
ภาพประกอบ 1

1.2 นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับมุม รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก และรูปสามเหลี่ยมในลักษณะต่าง ๆ จากรูปภาพหรือแผนภาพ ดังภาพประกอบ 2



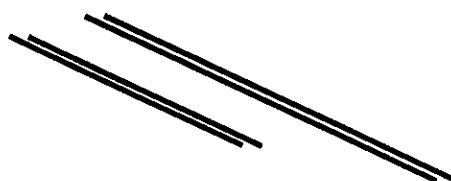
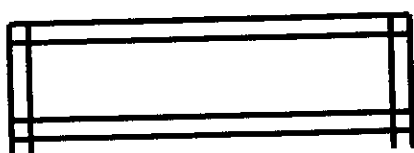
ภาพประกอบ 2

1.3 นักเรียนสามารถมองเห็นมุมฉากในรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ดังภาพประกอบ 3



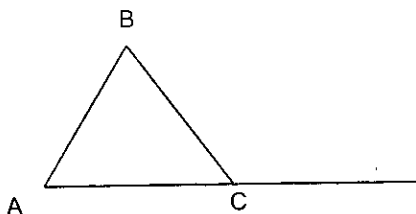
ภาพประกอบ 3

2. นักเรียนสามารถสร้างรูปหรือวาดรูปหรือคัดลอกรูปได้ เช่น สร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เส้นขนาน โดยใช้ ดีสติกซ์ (D-stix) ดังภาพประกอบ 4 เป็นต้น



ภาพประกอบ 4

3. นักเรียนสามารถเรียกชื่อรูปโดยใช้คำศัพท์เฉพาะหรือศัพท์สามัญได้ เช่น เรียกชื่อมุม โดยใช้คำว่า มุมฉาก หรือใช้ สัญลักษณ์ เช่น มุม A รวมกับ มุม B เท่ากับมุม C ดังภาพประกอบ 5

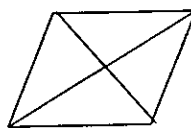
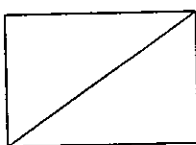


ภาพประกอบ 5

4. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบและจัดประเภทของรูปเรขาคณิตโดยใช้การมองภาพรวม ๆ เช่น ให้คำอธิบายความแตกต่างของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากว่า "รูปหนึ่งใหญ่กว่าอีกรูปหนึ่ง"

5. นักเรียนอธิบายรูปเรขาคณิตโดยใช้ถ้อยคำที่แสดงถึงภาพรวม ๆ ของรูป เช่น นักเรียนอธิบายรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากว่า "มองดูเหมือนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส"

6. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เคยพบโดยดูจากรูปมากกว่านำสมบัติของรูปไปใช้ เช่น การลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับปริศนาแทนแกรม (Tangram puzzle) เช่น สร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน จากชิ้นส่วนรูปสามเหลี่ยมเล็ก ๆ 2 ชิ้น ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6

7. นักเรียนสามารถระบุส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิต แต่ไม่สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบหรือสมบัติของรูปเรขาคณิต และนอกจากนี้ยังไม่สามารถสรุปเป็นกรณีทั่วไป

ระดับ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) นักเรียนเริ่มวิเคราะห์หมโนทัศน์ทางเรขาคณิต ผ่านการสังเกตและการทดลอง สามารถบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตได้ โดยดูจากองค์ประกอบหรือสมบัติต่างๆของรูป

ตัวอย่างพฤติกรรมของนักเรียนในระดับ 1

1. นักเรียนสามารถบอกและทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปได้ เช่น สามารถบอกได้ว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉากและด้านทุกด้านยาวเท่ากัน โดยการวัดขนาดของมุมและความยาวของด้านหรือใช้วิธีอื่น ๆ เป็นต้น

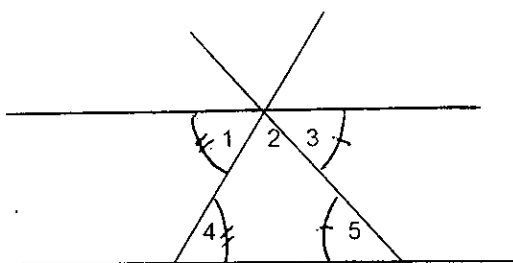
2. นักเรียนสามารถเรียกชื่อส่วนต่าง ๆ ของรูปได้ เช่น สามารถสังเกตเห็นว่ารูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน มีด้านตรงข้ามขนานกัน และใช้วิธีตรวจสอบว่าด้านตรงข้ามจะไม่ตัดกัน และมีระยะเท่ากันเสมอ

3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบรูปเรขาคณิตโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของรูป เช่น นักเรียนสามารถบอกความเหมือนและความแตกต่างของมุมและด้านจากชิ้นส่วนต่าง ๆ ของรูป

4. นักเรียนสามารถจัดประเภทของรูปโดยการแยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างออกมาจากสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง เช่น สามารถแยกรูปว่าวออกมาจากรูปเรขาคณิตอื่น ๆ ได้

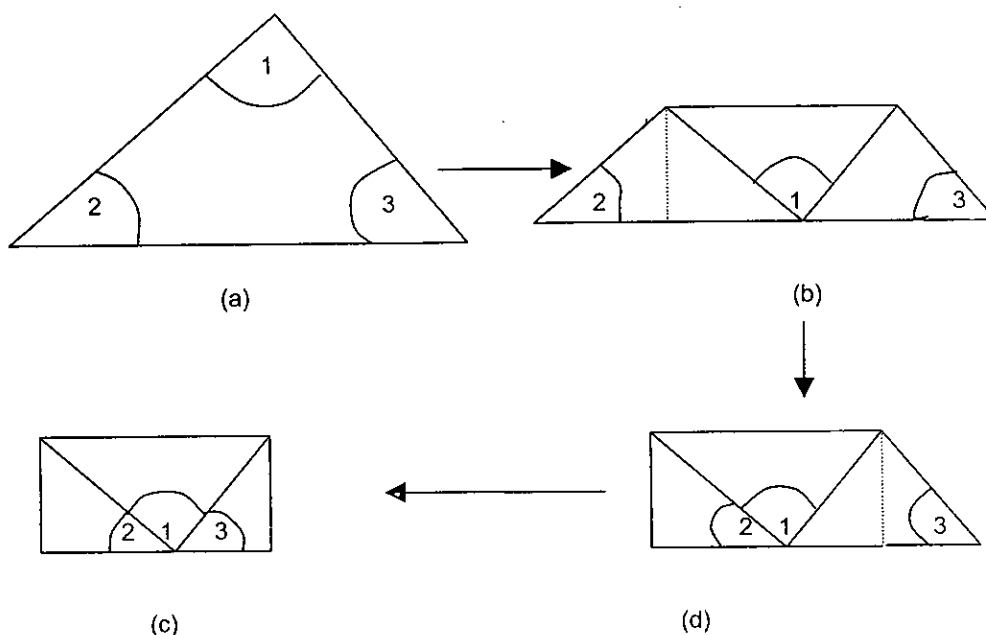
5. นักเรียนสามารถใช้สมบัติของรูปในการตีความและอธิบายลักษณะของรูปและนำสมบัติไปสร้างหรือวาดรูป เช่น นักเรียนรู้จักรูปสี่เหลี่ยมแล้วนำสมบัติสองอย่าง คือ " มี 4 ด้าน" และ "ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน" แต่ไม่ใช้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสไปใช้เพื่อค้นหาว่ารูปสี่เหลี่ยมชนิดใดบ้างที่มีลักษณะดังกล่าวซึ่งพบว่ารูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมีด้านยาวเท่ากันสี่ด้าน เป็นต้น

6. นักเรียนสามารถอธิบายรูปโดยการสรุปเป็นสมบัติทั่วไปได้ เช่น พบว่า เราสามารถหาผลรวมมุมรวมกันเป็นมุมตรงและมุมทั้งสามเท่ากันทุกประการกับมุมสามมุมของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ ดังภาพประกอบ 7 และ 8 เป็นต้น



ภาพประกอบ 7

จากภาพประกอบ 7 จะได้ว่า $\hat{5} = \hat{3}$ และ $\hat{4} = \hat{1}$ ซึ่งสามารถแสดงได้โดยการเจาะ $\hat{5}$, $\hat{3}$, $\hat{1}$ และ $\hat{4}$ แล้วนำมุม $\hat{5}$ ไปแทนที่มุม $\hat{3}$ และ $\hat{4}$ ไปแทนที่ $\hat{1}$ จะได้ว่า $\hat{1}, \hat{2}, \hat{3}$ รวมกันเป็นมุมตรงจึงมีขนาดเท่ากับ 180° ดังนั้น $\hat{4}, \hat{2}$ และ $\hat{5}$ รวมกันได้ 180° นั่นคือมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180°



ภาพประกอบ 8

จากภาพประกอบ 8 เป็นการแสดงลำดับขั้นตอนในการพับกระดาษเพื่อแสดงว่าผลบวกของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมเป็น 180° มีลำดับขั้นดังนี้คือ ขั้นที่ 1 (รูป (a)) เป็นชิ้นส่วนของรูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่ง ขั้นที่ 2 (รูป (b)) แสดงการพับมุม 1 ให้มุมยอดอยู่บนด้านด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยม และขั้นที่ 3 (รูป (c)) แสดงการพับมุม 2 มาบรรจบกับมุม 1 และให้มุมยอดอยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ขั้นที่ 4 (รูป (d)) แสดงการพับมุม 3 ให้มุมยอดมาบรรจบกับมุม 1 และอยู่บนเส้นตรงเดียวกับมุม 2 และมุม 1 ดังนั้นจะได้ว่า มุม 1, มุม 2 และมุม 3 รวมกันได้ 180° เพราะเป็นมุมประชิดบนเส้นตรงเดียวกัน ดังนั้นมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180°

7. นักเรียนสามารถอธิบายรูปโดยใช้สมบัติของรูป เช่น อธิบายสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังนี้ " มี 4 ด้าน มี 4 มุมฉาก ทุกด้านยาวเท่ากัน และ ด้านตรงข้ามขนานกัน "

8. นักเรียนสามารถค้นพบสมบัติของรูปที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน เช่น เมื่อรู้จักรูปว่าแล้ว ต่อมาสามารถค้นพบและบอกสมบัติของรูปได้ว่า

9. นักเรียนแก้ปัญหาเรขาคณิตจากการใช้สมบัติของรูปเรขาคณิตได้ เช่น เมื่อทราบสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและความยาวด้านประกอบมุมฉากสามารถนำไปหาความยาวของเส้นทแยงมุมได้

10. นักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของรูปได้ เช่น ไม่เข้าใจว่าถ้าด้านตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมีความยาวเท่ากันแล้วจะทำให้ได้ขนาดของมุมตรงข้ามเท่ากันด้วย

11. นักเรียนยังไม่สามารถสร้างและใช้บทนิยามอย่างเป็นทางการ เช่น ไม่สามารถบอกบทนิยามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานซึ่งเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอได้

12. นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตได้ เช่น ไม่เข้าใจว่ารูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปสี่เหลี่ยมรูปวาวเป็นต้น นักเรียนยังไม่เห็นความสำคัญของการพิสูจน์หรือไม่ใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ในการอธิบายสิ่งที่ค้นพบเช่น จากการวัด พบว่ามุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเท่ากับ 180 องศา ก็ยังไม่เห็นความจำเป็นของการให้เหตุผลแบบนิรนัยเพื่อหาเหตุผลประกอบ

ระดับ 2 การนิรนัยอย่างไม่เป็นทางการ (Informal deduction) ในระดับนี้นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสมบัติทั้งภายในรูปและความสัมพันธ์ระหว่างรูปต่างๆ สามารถจำแนกประเภทของรูปได้ เริ่มเข้าใจทฤษฎีบทและใช้การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ แต่ยังไม่เข้าใจระบบสัจพจน์ในการนิรนัย และสามารถเลียนแบบการพิสูจน์แต่ยังทำการพิสูจน์ด้วยตนเองไม่ได้

ตัวอย่างพฤติกรรมของนักเรียนในระดับ 2

1. นักเรียนสามารถบอกสมบัติที่แตกต่างกันของรูปเรขาคณิตและตรวจสอบได้ว่าสมบัติดังกล่าวเพียงพอหรือไม่ เช่น สามารถเลือกสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและทดสอบโดยการวาดรูปประกอบ

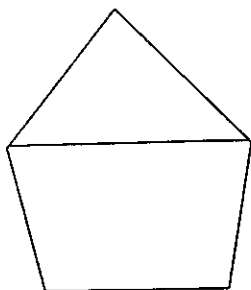
2. นักเรียนระบุสมบัติขั้นต่ำในการกำหนดลักษณะของรูป เช่น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากและมีด้านยาวเท่ากันทุกด้าน เป็นต้น

3. สามารถสร้างบทนิยามและใช้บทนิยามในการจัดประเภทของรูป เช่น อธิบายว่าเหตุใด รูปสี่เหลี่ยมเหล่านั้นจึงเป็นรูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

4. นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลที่กำหนดให้หาผลสรุปโดยใช้ความสัมพันธ์ทางตรรกศาสตร์ เช่น ถ้า $\hat{A} = \hat{B}$ และ $\hat{C} = \hat{B}$ แล้ว $\hat{A} = \hat{C}$ (เพราะต่างเท่ากับ $\hat{B}$)

5. นักเรียนสามารถเรียงลำดับสมบัติของรูปเรขาคณิตได้ เช่น รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นต้น

6. นักเรียนสามารถค้นพบสมบัติใหม่จากการนิรนัย เช่น พบว่า ผลบวกของมุมภายในรูปห้าเหลี่ยมเป็น 540 องศา จากการแบ่งมุมของรูปห้าเหลี่ยมเป็นมุมของรูปสามเหลี่ยมและมุมของรูปสี่เหลี่ยม ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9

จากภาพประกอบ 9 จะได้ว่า ผลบวกของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม เท่ากับ 180° และ ผลบวกของมุมภายในของรูปสี่เหลี่ยม เท่ากับ 360° ดังนั้น ผลบวกมุมภายในของรูปห้าเหลี่ยม เท่ากับ $180^\circ + 360^\circ = 540^\circ$

7. นักเรียนสามารถให้เหตุผลแบบนิรนัยอย่างไม่เป็นทางการได้ เช่น สามารถพิสูจน์ว่า ผลบวกของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมเป็น 180 องศา แต่ผู้สอนต้องใช้คำถามนำทาง

8. นักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลในการพิสูจน์มากกว่าหนึ่งแบบ

9. นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาแบบนิรนัยได้

10. นักเรียนยังไม่สามารถแยกแยะระหว่างประโยคเงื่อนไขและบทกลับได้

11. นักเรียนยังไม่สามารถสร้างความสัมพันธ์ของเครือข่ายของทฤษฎีบทได้

ระดับ 3 การนิรนัย (Deduction) นักเรียนเข้าใจการใช้ระบบสัจพจน์ในการสร้างทฤษฎีบททางเรขาคณิต เข้าใจความสัมพันธ์และบทบาทของ คำนิยาม สัจพจน์ บทนิยาม ทฤษฎีบท และการพิสูจน์ สามารถสร้างการพิสูจน์ด้วยตนเองได้ และทำได้มากกว่า 1 วิธี เข้าใจเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ เข้าใจความแตกต่างระหว่างประพจน์และบทกลับของประพจน์

ตัวอย่างพฤติกรรมนักเรียนในระดับ 3

1. นักเรียนเห็นความจำเป็นของ คำนิยาม บทนิยาม และ สมมติฐานพื้นฐาน เช่น นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสัจพจน์และทฤษฎีบททางเรขาคณิตระบบยูคลิดและอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องได้
2. นักเรียนยอมรับคุณลักษณะของบทนิยามอย่างเป็นทางการ(เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ) เช่น นักเรียนบอกสมบัติที่เพียงพอสำหรับการให้นิยามรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและแสดงสมบัติอื่นจากสมบัติที่เพียงพอได้แก่ บอกว่าเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานแบ่งรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานออกเป็นรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการเป็นเงื่อนไขที่เพียงพอประการหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เป็นต้น
3. นักเรียนสามารถพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่อยู่ในระบบสัจพจน์ซึ่งนักเรียนในระดับ 2 ยังทำไม่ได้ เช่น สามารถพิสูจน์ได้ว่า ผลบวกของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับ 180 องศา โดยใช้ การพิสูจน์อย่างเป็นทางการ
4. พิสูจน์ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีบทและข้อความที่เกี่ยวข้อง(บทกลับ ประพจน์แย้งสลับที่) เช่น นักเรียนสามารถพิสูจน์ว่า ถ้าเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วแล้ว มุมที่ฐานมีขนาดเท่ากันและถ้ามุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมมีขนาดเท่ากันแล้ว รูปนั้นเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เป็นต้น

ระดับ 4 ระดับสุดยอด (rigor) ผู้เรียนสามารถใช้ระบบสัจพจน์หลายๆระบบในการทำงาน มีการเรียนเรขาคณิตนอกระบบยูคลิด และสามารถทำการเปรียบเทียบเรขาคณิตระบบอื่นๆได้ และเข้าใจเรขาคณิตที่เป็นนามธรรม

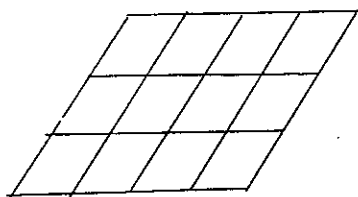
ตัวอย่างพฤติกรรมของนักเรียนในระดับ 4

1. นักเรียนสามารถสร้างทฤษฎีบทได้อย่างถูกต้องในระบบสัจพจน์ที่แตกต่างกัน เช่น รากฐานเรขาคณิตของ ฮิลแบร์ต
2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบระบบสัจพจน์ เช่น เรขาคณิตระบบยูคลิดและเรขาคณิตนอกระบบยูคลิด
3. นักเรียนยอมรับสัจพจน์ที่สอดคล้องกัน ความเป็นอิสระของสัจพจน์ และความสมมูลกันของสัจพจน์
4. สามารถคิดวิธีแก้ปัญหาที่เป็นกรณีทั่วไปได้
5. สามารถศึกษาได้อย่างลึกซึ้งเพื่อพัฒนาไปถึงวิธีการใหม่และวิธีทางตรรกศาสตร์

ตัวอย่างกิจกรรมสำหรับนักศึกษาครูในการจำแนกระดับการคิดทางเรขาคณิต ของนักเรียน

คำชี้แจง จงพิจารณาพฤติกรรมของนักเรียนจากกิจกรรมต่อไปนี้แล้วจัดระดับการคิดตามตัวแบบของ
แวน ฮีลี พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

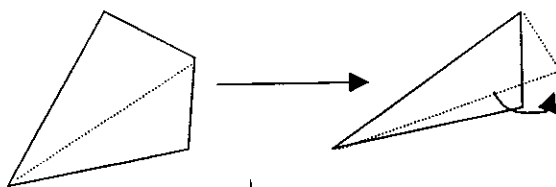
1. จากรูปที่กำหนดให้ นักเรียนสามารถหามุมที่เท่ากันได้โดยดูจากภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 (Crowley. 1987 : 3)

ระดับการคิด.....เหตุผล.....
.....
.....
.....
.....

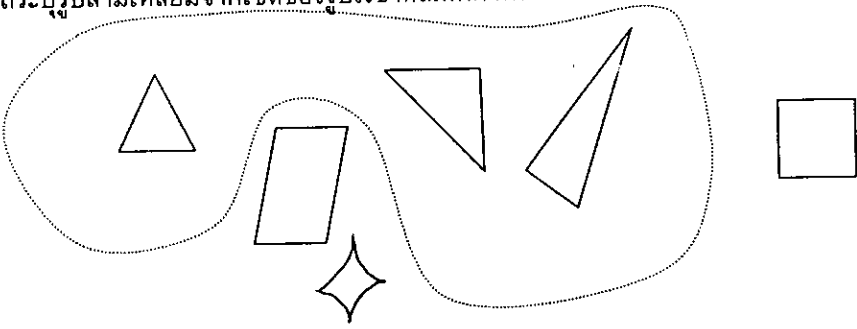
2. นักเรียนสามารถใช้วิธีพับตามแนวเส้นทแยงมุมเพื่อตรวจสอบว่ารูปที่กำหนดให้เป็นรูปว่าว ดัง
ภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 (Crowley. 1987 : 8)

ระดับการคิด.....เหตุผล.....
.....
.....
.....

3. นักเรียนสามารถระบุรูปสามเหลี่ยมจากเซตของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 (Crowley. 1987 : 7)

ระดับการคิด.....เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. เมื่อกำหนดโจทย์การพิสูจน์ทางเรขาคณิตให้ นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่กำหนดให้ สิ่งที่ต้องพิสูจน์ได้ถูกต้อง (Crowley. 1987 : 12)

ระดับการคิด.....เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนสามารถบอกบทนิยามของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้ถูกต้อง (Crowley. 1987 : 10)

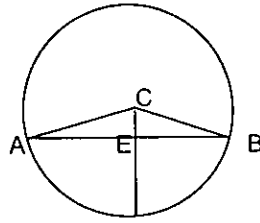
ระดับการคิด.....เหตุผล.....

.....

.....

.....

6. จากข้อความการพิสูจน์เกี่ยวกับวงกลมที่มี C เป็นจุดศูนย์กลาง ดังต่อไปนี้ นักเรียนสามารถระบุเหตุผลได้ถูกต้อง (ข้อความที่เป็นตัวเอียงเป็นเหตุผลของนักเรียน)



- (a) $\overline{AC} \cong \overline{BC}$ (รัศมีวงกลมเดียวกัน)
- (b) $\angle CAB \cong \angle CBA$ (มุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว)
- (c) $\triangle ACE \cong \triangle BCE$ (ด.ม.ด.)
- (d) $AE \cong EB$ (จาก (c))

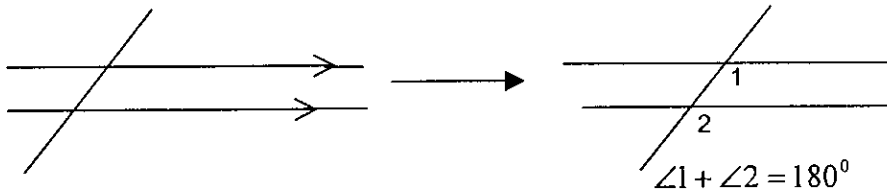
ภาพประกอบ 13 (Crowley. 1987 : 11)

ระดับการคิด.....เหตุผล.....

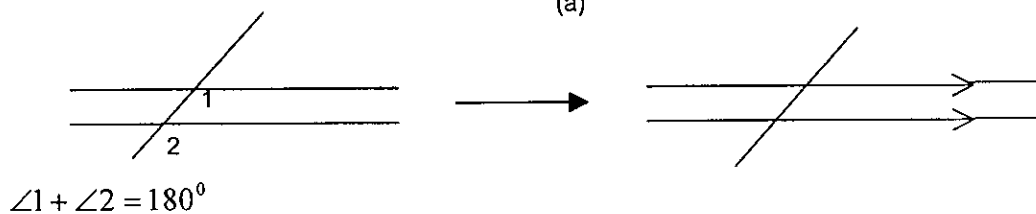
7. เมื่อกำหนดประพจน์ให้ นักเรียนสามารถหาคกลับของประพจน์ได้ ดังตัวอย่างปัญหาต่อไปนี้ จากประพจน์ "ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งลากตัดขวางเส้นขนานคู่หนึ่งแล้วมุมภายในบนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 2 มุมฉาก" จงเขียนบทกลับของประพจน์นี้และแผนภาพไคแสดงบทกลับของประพจน์

ข้อความแสดงบทกลับของประพจน์ คือ.....

แผนภาพไคแสดงบทกลับของประพจน์คือ.....



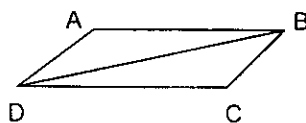
(a)



(b)

ภาพประกอบ 14 (Crowley. 1987 : 11)

9. นักเรียนสามารถหาข้อมูลที่ได้จากรูปที่กำหนดให้หรือจากข้อมูลที่กำหนดให้ ตัวอย่างปัญหา
 “จากรูปสี่เหลี่ยม ABCD ซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน จงอธิบายสิ่งที่นักเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับรูปนี้โดย
 เขียนประโยคในรูป “ถ้า ...แล้ว....”



ภาพประกอบ 15 (Crowley. 1987 : 12)

ระดับการคิด.....เหตุผล.....

10. นักเรียนสามารถระบุรูปที่เกิดจากการซ้อนรูปแล้วค่อย ๆ เปิดให้เห็นรูปทีละชั้นดังตัวอย่าง จากรูปที่ปรากฏ
 แต่ละชั้นจงระบุว่าเป็นรูปชนิดใด



ภาพประกอบ 16 (Crowley. 1987 : 9)

11. นักเรียนสามารถสร้างรูปเรขาคณิตตามแบบที่กำหนดให้บนกระดาษตะปูได้ ตัวอย่างเช่น สร้างรูปสี่เหลี่ยม
 จัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เป็นต้น (Crowley. 1987 : 8)

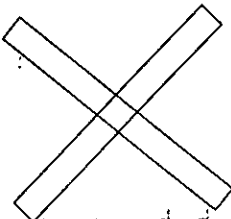
ระดับการคิด.....เหตุผล.....

3. แนวการสอนเพื่อยกระดับการคิด

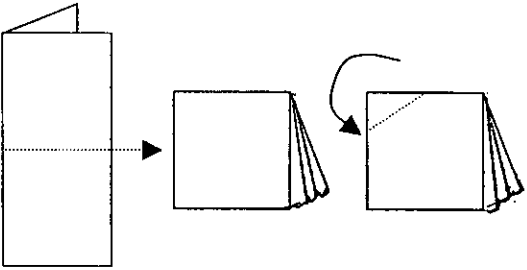
ความก้าวหน้าของระดับการคิดขึ้นอยู่กับวิธีสอน วิธีสอนและการจัดระบบการเรียนการสอนทั้งเนื้อหาและสื่อที่ใช้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการสอน แวน ฮิลี-เกลดอฟ (Crowley 1987 : 5 ; citing van Hiele-Geldof 1984b : 5 ; Fuy, Geddes & Tischler. 1988 : 8) ได้พัฒนาวิธีสอนอย่างเป็นลำดับขั้นเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาระดับการคิดของตนเองให้มีความก้าวหน้าไปสู่ระดับที่สูงขึ้นที่อยู่ถัดไปที่ระดับ ซึ่งมีอยู่ 5 ขั้นตอน(phases) ได้แก่ การสืบสวนสอบสวน / การแสวงหาความรู้ การกำหนดกิจกรรมที่มีทิศทาง การให้การอธิบาย การทำกิจกรรมที่ไม่กำหนดทิศทาง การบูรณาการ

กิจกรรมตัวอย่างการสอนเพื่อยกระดับการคิด เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน สำหรับนักเรียนที่มีระดับการคิดพื้นฐานอยู่ที่ระดับ 2(การนิรนัยอย่างไม่เป็นทางการ) ตามลำดับขั้นทั้ง 5 ขั้นให้ทำกิจกรรมดังนี้คือ

ลำดับขั้นการสอน/ จุดประสงค์	กิจกรรม
1. การสืบสวนสอบสวน วัตถุประสงค์ ในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและให้นักเรียนเห็นแนวทางในการศึกษาเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนในขั้นต่อไป	1. ให้นำรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ให้นักเรียนดูและให้นักเรียนสังเกต ลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างกันแล้วตอบคำถามเพื่อโยงความสัมพันธ์ระหว่างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนกับรูปสี่เหลี่ยมชนิดอื่น ตัวอย่างคำถาม “รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนคืออะไร?” “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสคืออะไร?” “รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานคืออะไร?” “รูปเหล่านี้เหมือนกันอย่างไร?” “แตกต่างกันอย่างไร?” “นักเรียนคิดว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนได้หรือไม่?” “รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้หรือไม่?” “เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น?”

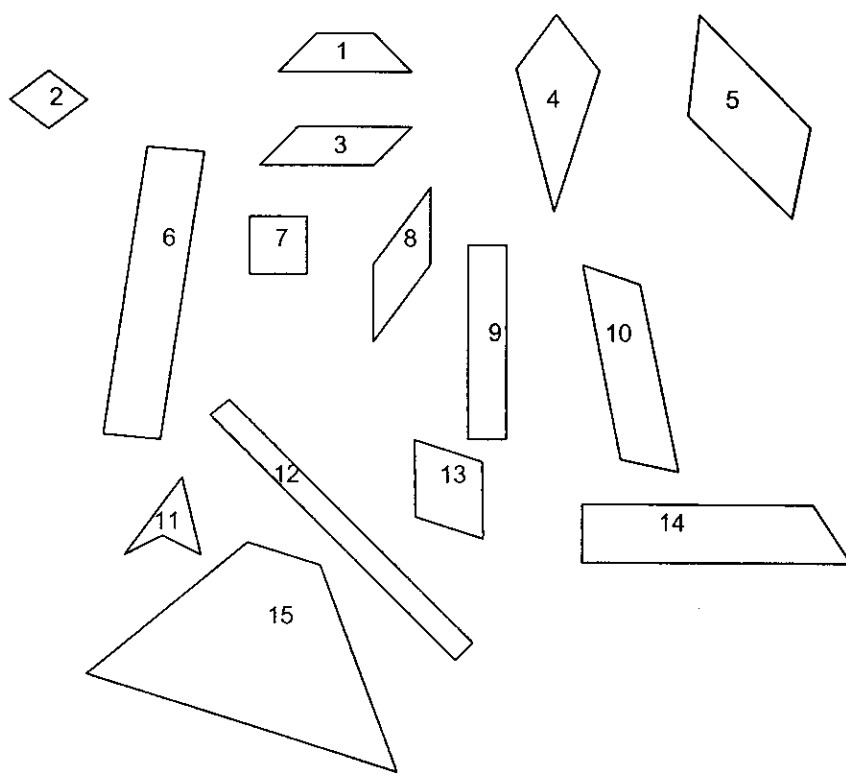
ลำดับขั้นการสอน/ จุดประสงค์	กิจกรรม
2. การกำหนดกิจกรรมที่มีทิศทาง วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้คำศัพท์เกี่ยวกับ รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน และสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม ขนมเปียกปูนในรูปแบบต่าง ๆ	1. ครูให้นักเรียนสร้างรูปสี่เหลี่ยมโดยกำหนดให้ มีเส้นทแยงมุมยาวเท่ากันโดยใช้กระดาษตะปู หรือครูใช้แถบเรขาคณิตที่แสดงเส้นทแยงมุม ของรูปสี่เหลี่ยมที่แบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน มีลักษณะ ดังรูป  แล้วให้นักเรียนสร้างรูปสี่เหลี่ยมและค้นหาวามี รูปสี่เหลี่ยมประเภทใดบ้างที่มีเส้นทแยงมุม ตั้งฉากกัน นักเรียนจะพบว่า มีรูปสี่เหลี่ยมอยู่สามชนิด คือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและ รูปว่าว แต่รูปที่มีด้านยาวเท่ากันทุกด้านคือ รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
	2. ครูให้นักเรียนสร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนให้มี ขนาดของรูปเล็กใหญ่แตกต่างกันเพื่อให้ นักเรียนเห็น ว่าขนาดของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนไม่ใช่ตัวกำหนด สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน นั่นคือรูปสี่เหลี่ยม ขนมเปียกปูนอาจจะมีขนาดแตกต่างกัน

ลำดับชั้นการสอน/ จุดประสงค์	กิจกรรม
การกำหนดกิจกรรมที่มีทิศทาง(ต่อ)	3. ให้นักเรียนสร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนที่มีมุมฉาก หนึ่งมุม สองมุม สามมุม สี่มุม เพื่อให้ นักเรียนเห็นว่าไม่มีรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนที่มีมุมฉากหนึ่งหรือสองหรือสามมุม แต่จะมีรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนที่มีมุมฉากสี่มุมคือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส การมีมุมฉากสี่มุมจะเป็นตัวกำหนดสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังนั้นเส้นแยงมุมที่ตั้งฉากกันจะเป็นตัวกำหนดว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน และการมีมุมทุกมุมเป็นมุมฉากเป็นตัวกำหนดว่ารูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนนั้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนไม่ใช่ตัวกำหนดสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
	4. ครูแนะนำสมบัติสำคัญของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเช่น เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน และตั้งฉากกัน ด้านตรงข้ามขนานกัน และด้านทุกด้านยาวเท่ากัน มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน เส้นทแยงมุมหนึ่งเส้นแบ่งรูปออกเป็นรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ เป็นต้น

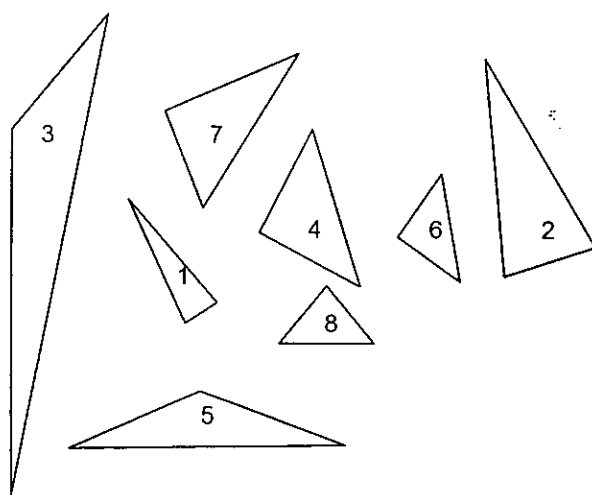
ลำดับขั้นการสอน/จุดประสงค์	กิจกรรม
3. การให้การอธิบาย วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้มีทักษะในการอธิบายโดยใช้ภาษาของตนเองและสรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตัวเอง	ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน จากการสังเกต การสำรวจ และการคิด โดยที่ครูจะช่วยกล่อมเกลாதำเนินภาษาให้มีความเหมาะสม นักเรียนเรียนรู้ศัพท์เทคนิคและแสดงแนวคิดเกี่ยวกับสมบัติรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเพิ่มเติมจากการทำกิจกรรม เช่น การพับกระดาษ การใช้แถบเรขาคณิต กระดาษตะปู การลากเส้นทแยงมุม การวัดมุม การใช้สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เป็นต้น
4. การทำกิจกรรมที่ไม่กำหนดทิศทาง วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนมีอิสระในการทำกิจกรรมในการค้นหาวิธีแก้ปัญหาของตนเองและนำสิ่งที่รู้แล้วไปค้นหาสิ่งที่ยังไม่รู้	ให้นักเรียนพับกระดาษรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังรูป (a) แล้วให้นักเรียนใช้จินตนาการว่าเมื่อพับเสร็จแล้วถ้าใช้กรรไกรตัดมุมดังรูป(b) จะได้รูปชนิดใด  (a) (b) เมื่อนักเรียนบอกคำตอบแล้วจึงให้นักเรียนลงมือตัดกระดาษจริง ๆ เพื่อตรวจสอบว่าคำตอบที่คิดไว้เป็นจริงหรือไม่โดยให้นักเรียนตัดเป็นมุมขนาดต่าง ๆ แล้วอภิปรายถึงรูปที่ได้ และ อภิปรายเกี่ยวกับมุมที่เกิดจากเส้นทแยงมุมตัดกัน เพื่อโยงไปสู่สมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนซึ่งตั้งฉากซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ให้นักเรียนอภิปรายว่าเหตุใดพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนจึงเท่ากับ ครึ่งหนึ่งของผลคูณของเส้นทแยงมุม
5. การบูรณาการ วัตถุประสงค์ เพื่อตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและสามารถนำสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมาใช้ได้หรือไม่ มากน้อยเพียงไร	ให้นักเรียนสรุปเกี่ยวกับสมบัติทั้งหมดของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

เมื่อสิ้นสุดในขั้นตอนที่ 5 นักเรียนจะก้าวไปสู่ระดับการคิดใหม่(ระดับ 3 การนิรนัย) ความคิดใหม่จะไปแทนที่ความคิดเก่าและพร้อมที่จะเรียนรู้ในระดับต่อไป

การประเมินระดับของ แวน ฮีลี ทำได้โดยการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากการทำกิจกรรมทางเรขาคณิตในเรื่องที่เกี่ยวข้อง(Teppo. 1991 : 217) สมาคมครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกาได้เสนอแนะไว้ในมาตรฐานหลักสูตรและการประเมินผลคณิตศาสตร์ในโรงเรียนไว้ว่าครูสามารถทำการประเมินเชิงวินิจฉัยได้โดยการสังเกต การถามปากเปล่า การให้นักเรียนอธิบายคำตอบของตนเองเพื่อวัดความเหมาะสมของภาษาที่นักเรียนใช้ และระดับพัฒนาการของมโนทัศน์ ตัวอย่างกิจกรรมที่ใช้สำหรับวินิจฉัยเพื่อระบุระดับการคิดของ แวน ฮีลี ได้แก่แบบฝึกหัดในการจัดประเภท(sorting tasks) เป็นกิจกรรมที่สามารถใช้ในการระบุระดับการคิดของนักเรียนในระดับ 0-2 (Burger & Shaughnessy. 1985 : 419-427) โดยการแจกชิ้นส่วนของรูปสี่เหลี่ยมดังภาพประกอบ 17 แล้วให้นักเรียนระบุรูปที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมพร้อมทั้งอธิบายเหตุผล หรือจัดประเภทของรูปสามเหลี่ยมพร้อมอธิบายเหตุผล ดังภาพประกอบ 18 การจัดระดับการคิดทำได้โดยการวิเคราะห์จากคำตอบของนักเรียน ตัวอย่างเช่น ถ้านักเรียนไม่สามารถระบุรูปสี่เหลี่ยม(ภาพประกอบ 17) หรือไม่สามารถจัดประเภทของรูปสามเหลี่ยม(ภาพประกอบ 18) แสดงว่าระดับการคิดยังไม่ถึงระดับ 0 แต่ถ้าสามารถทำกิจกรรมนี้ได้แต่อธิบายเหตุผลไม่ได้ แสดงว่าระดับการคิดอยู่ที่ระดับ 0 แต่ถ้าอธิบายเหตุผลได้ด้วยแสดงว่าระดับการคิดอยู่ที่ระดับ 1 และถ้าสามารถนำรูปสี่เหลี่ยมหรือรูปสามเหลี่ยมมาจัดประเภทเป็นหมวดหมู่ตามสมบัติที่เหมือนกัน แสดงว่าอยู่ที่ระดับ 2 เป็นต้น



ภาพประกอบ 17 กิจกรรมระบุรูปสี่เหลี่ยม (Burger & Shaughnessy, 1985 : 421)

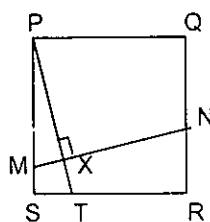


ภาพประกอบ 18 กิจกรรมการจัดประเภทรูปสามเหลี่ยม (Burger & Shaughnessy, 1985 : 424)

ปัญหาสำหรับให้นักศึกษาครูแก้ปัญหาและพิสูจน์ในกิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์โน้ตค้น

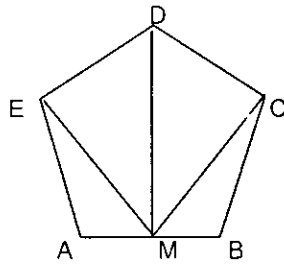
คำชี้แจง จากโจทย์ต่อไปนี้ ให้นักศึกษา แสดงวิธีการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ลงในช่องว่าง
ที่เว้นไว้ให้

1. ถ้ากำหนดให้ PQRS เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังรูป ซึ่งมีด้านยาวด้านละ 12 เซนติเมตร T เป็น
จุด อยู่บน RS ซึ่ง $ST = 5$ เซนติเมตร $\overline{MN} \perp \overline{PT}$ และตัด $\overline{PT}$ ที่ X ถ้า $MX = 4$ เซนติเมตร แล้ว $\overline{XN}$
ยาวเท่าไร



วิธีทำ

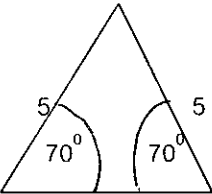
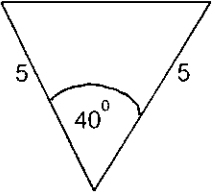
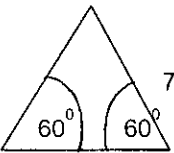
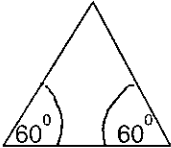
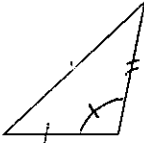
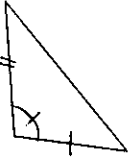
2. ABCD เป็นรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ดังรูป มี $AB = BC = CD = DE = EA$ และ $\hat{A}BC = \hat{B}CD = \hat{C}DE = \hat{D}EA = \hat{E}AB$ จุด M เป็นจุดกึ่งกลางของด้าน $\overline{AB}$ ลากเส้น $\overline{DM}$ จงพิสูจน์ว่า $EDM = CDM$



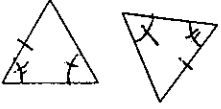
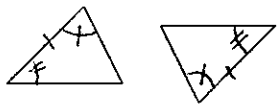
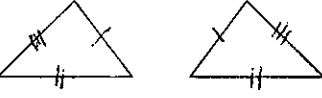
ผลการสำรวจของผู้สอนเกี่ยวกับภาพลักษณ์โน้ตศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน ของนักเรียน นักศึกษาครูและครู สำหรับให้นักศึกษาครู วิเคราะห์สาเหตุ

คำชี้แจง จากการสำรวจภาพลักษณ์โน้ตศน์ทางเรขาคณิตของ ครู นักศึกษาครูและนักเรียนจำนวน 10 ,15 และ 25 คนตามลำดับ พบภาพลักษณ์โน้ตศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการดังผลการสำรวจให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มวิเคราะห์หาสาเหตุของความคลาดเคลื่อน

ตาราง 28 ผลการสำรวจ 1 ตัวอย่างภาพลักษณ์โน้ตศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนและจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

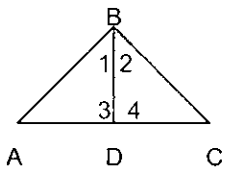
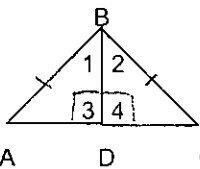
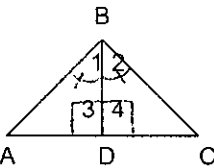
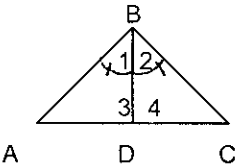
รูปสามเหลี่ยมคู่ที่กลุ่มตัวอย่างบอกว่าไม่เท่ากันทุกประการ	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีภาพลักษณ์มโน้ตศน์ที่คลาดเคลื่อน	
	จำนวน(คน)	ร้อยละ
  รูป 1	นักเรียน 10 คน ครู 3 คน นักศึกษาครู 3 คน รวม 16 คน	40 30 20 32
  รูป 2	นักเรียน 10 คน ครู 2 คน นักศึกษาครู 2 คน รวม 14 คน	40 20 13 28
  รูป 3	นักเรียน 2 คน ครู 1 คน นักศึกษาครู 2 คน รวม 5 คน	8 10 13 10
  รูป 4	นักเรียน 8 คน ครู 1 คน นักศึกษาครู 2 คน รวม 11 คน	32 10 13 22

ตาราง 28 (ต่อ)

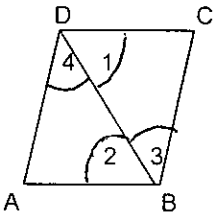
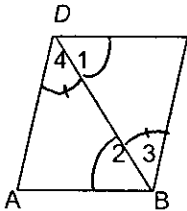
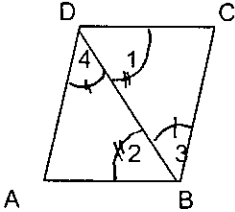
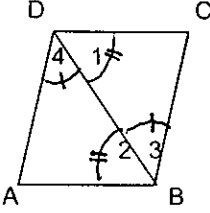
รูปสามเหลี่ยมคู่ที่กลุ่มตัวอย่างบอกว่าไม่เท่ากันทุกประการ	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีภาพลักษณ์ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	
	จำนวน(คน)	ร้อยละ
รูป 5 	นักเรียน 4 คน ครู 2 คน นักศึกษาคู 3 คน รวม 9 คน	16 20 20 18
รูป 6 	นักเรียน 9 คน ครู 3 คน นักศึกษาคู 3 คน รวม 15 คน	36 30 20 30
รูป 7 	นักเรียน 6 คน ครู 2 คน นักศึกษาคู 3 คน รวม 11 คน	24 20 20 22
รูป 8 	นักเรียน 2 คน ครู 31 คน นักศึกษาคู 1 คน รวม 4 คน	8 10 7 8

คำชี้แจง จากการสำรวจโดยใช้แบบทดสอบประกอบการสัมมนาครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่จบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2541 จำนวน 12 คน ปรากฏผลดังผลการสำรวจ 2 ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มวิเคราะห์หาสาเหตุของความคลาดเคลื่อน

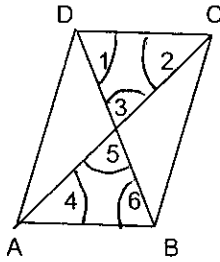
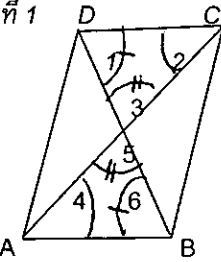
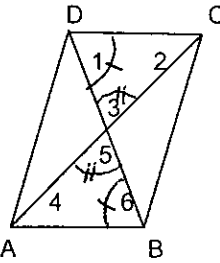
ตาราง 29 ผลการสำรวจ 2 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นเรื่อง ความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน และมุม-ด้าน-มุม

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนครู
1	 รูป 1 ถ้า กำหนดให้ $AB=BC$, $BD = BD$ แล้ว $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด	ประเภทที่ 1  $\hat{3} = \hat{4} = 1$ <u>ฉ</u> , $AB=BC$, $BD = BD$ ดังนั้น $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ เท่ากันทุกประการ(จ.ด.ด.)	3(25%)
		ประเภทที่ 2  $\hat{1} = \hat{2}$, $BD = BD$, $\hat{3} = \hat{4}$ ดังนั้น $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ เท่ากันทุกประการ(จ.ด.ด.)	3(25%)
		ประเภทที่ 3  $\hat{1} = \hat{2}$, $AB = BC$, $BD = BD$ ดังนั้น $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ เท่ากันทุกประการ(ด.ม.ด.)	5(42%)

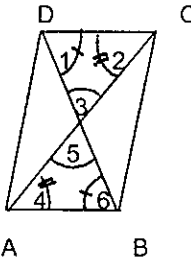
ตาราง 29 (ต่อ)

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณะที่คลาดเคลื่อน	จำนวนครู
2	 รูป 1 ถ้า กำหนด $BD = BD$, $\hat{1} = \hat{2}$ แล้ว $\triangle ABD$ และ $\triangle CDB$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด	ประเภทที่ 1  เพราะว่า $\hat{3} = \hat{4}$ (มุมแย้ง) ดังนั้น $AD = BC$, $\hat{3} = \hat{4}$ และ $BD = BD$ เพราะฉะนั้น $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ด.ม.ด.) ประเภทที่ 2  $\hat{3} = \hat{4}$ (มุมแย้ง) , $\hat{1} = \hat{2}$ และ $BD = BD$ ดังนั้น $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ม.ด.ม) โดยที่หักจากกรุปเองว่า $\hat{3} = \hat{4}$ (มุมแย้ง)	6(50%) 2
		ประเภทที่ 3  $\hat{3} = \hat{4}$ (มุมแย้ง), $\hat{1} = \hat{2}$ และ $BD = BD$ ดังนั้น $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ม.ม.ด.)	1

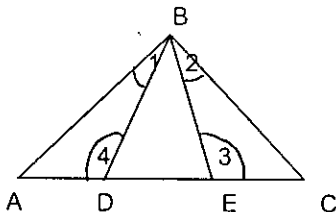
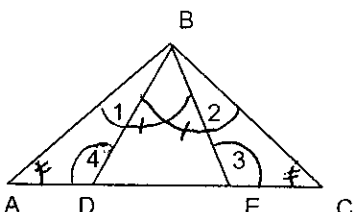
ตาราง 29 (ต่อ)

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อนและวิธีคิด	จำนวนครู
3	 ถ้ากำหนดให้ $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{3} = \hat{5}$, $AB = DC$ แล้ว $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากัน ทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด	ประเภทที่ 1  ตอบว่า $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากัน ทุกประการ เพราะว่า $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{3} = \hat{5}$ และ $AB = DC$ โดยบอกว่าเป็นความสัมพันธ์ ม.ด.ม.	6
		ประเภทที่ 2  $DO = OB$ (เพราะว่า DC ขนานกับ AB และ AD ขนานกับ BC) จะได้ $\square ABCD$ เป็น รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เส้นทแยงมุมจึงแบ่ง ครึ่งซึ่งกันและกัน เพราะฉะนั้น $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{3} = \hat{5}$ และ $DO = OB$ แสดงว่า $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการ(ม.ด.ม.)	2

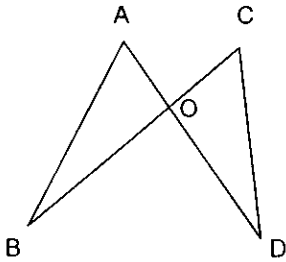
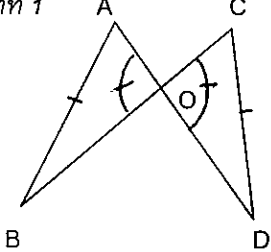
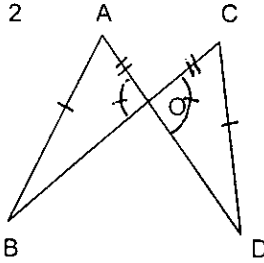
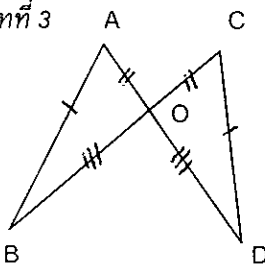
ตาราง 29 (ต่อ)

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณะมีโน้ตสั้นที่คลาดเคลื่อน	จำนวนครู
3		ประเภทที่ 3  □ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน จึงได้ $\hat{1} = \hat{6}, \hat{2} = \hat{4}, DC = AB$ ดังนั้น $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการ (ม.ด.ม.)	2

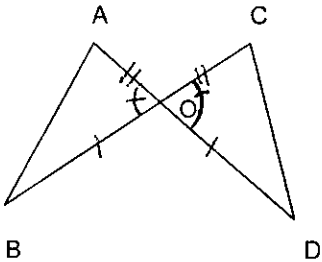
ตาราง 29 (ต่อ)

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณะข้อมูลที่คลาดเคลื่อน	จำนวนครู
4	 ถ้ากำหนดให้ $\widehat{ABE} = \widehat{CBD}$, $AB = BC$, $\widehat{A} = \widehat{C}$ แล้ว $\triangle ABE$ และ $\triangle CBD$ เท่ากัน ทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด	 ครูบางคนบอกว่า $\triangle ABE$ และ $\triangle CBD$ เท่ากันทุกประการ (ม.ม.ด.)	1

ตาราง 29 (ต่อ)

ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณะที่คลาดเคลื่อน	จำนวนครู
5	 ถ้า กำหนดให้ $AB = DC$, $\angle AOB = \angle COD$ และ $BC = AD$ แล้ว $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด	ประเภทที่ 1  ครูบางคนตอบว่า $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ ไม่เท่ากันทุกประการ	2
		ประเภทที่ 2  ครูจำนวนครึ่งหนึ่งตอบว่า $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการ (ด.ม.ด.)	6
		ประเภทที่ 3  ครูบางคนสรุปและคิดว่า $AO = CO$, $BO = OD$ และ $AB = CD$ ดังนั้น $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการ (ด.ด.ด.)	2

ตาราง 29 (ต่อ)

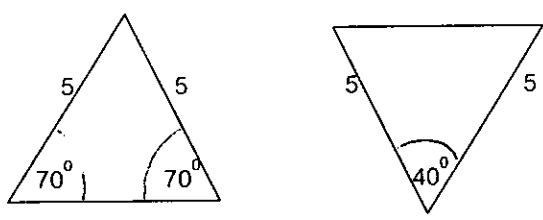
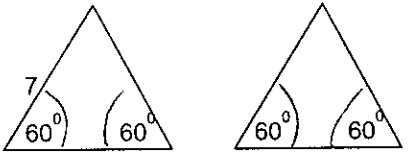
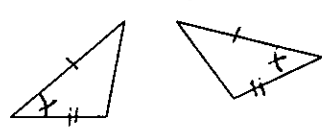
ข้อ	โจทย์	ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนครู
5		ประเภทที่ 4  ครูบางคนบอกว่า $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการเพราะว่า $AO = OC$, $\angle AOB = \angle COD$, $BO = DO$ (ค.ม.ค.)	2

ภาคผนวก ข

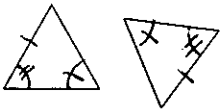
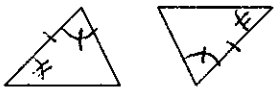
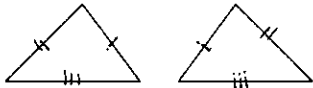
1. ผลที่นักศึกษาคูวิเคราะห์ได้จากการทำกิจกรรมสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชน
2. ผลการสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2-3 สำรวจโดยนักศึกษาคู โปรแกรมคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543
สถาบันราชภัฏนครสวรรค์

จากการให้นักศึกษาศึกษาผลการสำรวจภาพลักษณ์โน้ตชนของ นักเรียน ครู และ นักศึกษาคูที่ผู้สอนสำรวจพบและให้นักศึกษาคูวิเคราะห์สาเหตุ นักศึกษาคูอภิปรายและสรุปสาเหตุดังตาราง 30 และ ตาราง 31

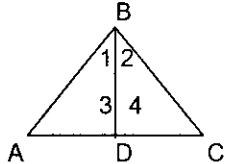
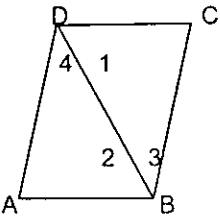
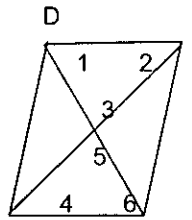
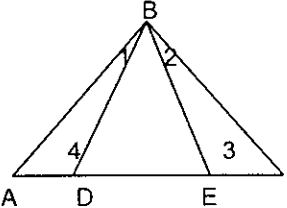
ตาราง 30 การวิเคราะห์หาสาเหตุจากผลการสำรวจ 1

รูปสามเหลี่ยมคู่ที่กลุ่มตัวอย่างบอกว่าไม่เท่ากันทุกประการ	สาเหตุ
 รูป 1	สาเหตุน่าจะมาจาก 1. ระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับ 1 การมองเห็น คือมองเห็นรูปในลักษณะเป็นภาพรวม ยังไม่เข้าใจสมบัติและองค์ประกอบของรูป 2. ไม่เข้าใจเงื่อนไขของการเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม 3. รูปมีลักษณะกลับหัวกัน ทำให้มองรูปไม่ออก
 รูป 2	สาเหตุน่าจะมาจาก 1. ยึดติดกับรูปและสิ่งกำหนดให้ ทำให้คิดว่าไม่เท่ากันทุกประการ 2. ใช้ข้อมูลเท่าที่กำหนดให้ ไม่หาข้อมูลเพิ่มเติม ไม่นำความรู้พื้นฐานมาใช้
 รูป 3	สาเหตุน่าจะมาจาก 1. รูปที่กำหนดให้กลับข้างกัน ทำให้คิดว่าเมื่อนำมาซ้อนกันไม่ทับกันสนิท โดยไม่้นำการพลิกหรือการหมุนรูปมาใช้ 2. ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ แบบ ด้าน-มุม-ด้าน
 รูป 4	สาเหตุน่าจะมาจาก 1. ด้านของรูปไม่อยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้ง 2. ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ แบบ ฉาก-ด้าน-ด้าน หรือความสัมพันธ์อื่น ๆ 3. ไม่สามารถนำความรู้เรื่องอื่นมาสัมพันธ์กับสิ่งที่ต้องการหาได้
 รูป 5	สาเหตุน่าจะมาจาก 1. ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน 2. รูปไม่อยู่ในลักษณะตั้งขึ้น และรูปกลับข้างกัน 3. ไม่นำความรู้เรื่องอื่นมาใช้

ตาราง 30 (ต่อ)

รูปสามเหลี่ยมคู่ที่กลุ่มตัวอย่างบอกว่าไม่เท่ากันทุกประการ	สาเหตุ
 รูป 6	สาเหตุน่าจะมาจาก 1. รูปมีลักษณะกลับหัวกลับหางและ ด้านของรูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งไม่อยู่ในแนวนอน ทำให้สับสนมองรูปไม่ออก 2. ไม่เข้าใจความสัมพันธ์แบบ มุม-มุม-ด้าน
 รูป 7	สาเหตุน่าจะมาจาก 1. รูปมีลักษณะกลับหัวกลับหางและ ด้านของรูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งไม่อยู่ในแนวนอน ทำให้สับสนมองรูปไม่ออก 2. ไม่เข้าใจความสัมพันธ์แบบ มุม-ด้าน-มุม
 รูป 8	สาเหตุน่าจะมาจาก 1. ด้านที่ยาวเท่ากันของรูปสามเหลี่ยมอยู่คนละด้าน ทำให้สับสน 2. ไม่นำความรู้เรื่องอื่นมาใช้

ตาราง 31 การวิเคราะห์สาเหตุจากผลการสำรวจ 2

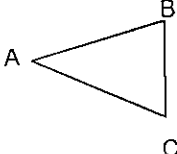
ข้อ	โจทย์	สาเหตุของการมีภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน
1	 รูป 1 ถ้า กำหนดให้ $AB=BC$, $BD = BD$ แล้ว $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด	การที่ครูบางคนตอบว่า $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ เท่ากันทุกประการน่าจะมาจากการยึดติดกับรูป โดยคิดว่ามองดูแล้วเท่ากันทุกประการ จึงพยายามหาข้อมูลที่โจทย์ไม่ได้กำหนดให้มาสนับสนุนแล้วก็ยกขึ้นมาใช้เพื่อให้มีสมบัติครบตามความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการ
2	 รูป 1 ถ้า กำหนด $BD = BD$, $\hat{1} = \hat{2}$ แล้ว $\triangle ABD$ และ $\triangle CDB$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด	การที่ครูบางคนตอบว่า $\triangle ABD$ และ $\triangle CDB$ เท่ากันทุกประการน่าจะมาจาก 1. ยึดติดกับรูป คิดว่า $\overline{AB} \parallel \overline{DC}$ หรือ $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน 2. มีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์แบบมุม-ด้าน-มุม และ ด้าน-มุม-ด้าน ที่คลาดเคลื่อน
3	 ถ้ากำหนดให้ $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{3} = \hat{5}$, $AB = DC$ แล้ว $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด	การที่ครูบางคนตอบว่า $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ เท่ากันทุกประการน่าจะมีสาเหตุมาจาก 1. ยึดติดกับรูปและ ไม่นำเงื่อนไขมาใช้ แต่ใช้สมบัติที่นึกนึกเอาเอง 2. มีความเข้าใจว่าความสัมพันธ์ มุม-ด้าน-มุม และ มุม-มุม-ด้าน เป็นความสัมพันธ์เดียวกัน
4	 ถ้ากำหนดให้ $\hat{A}BE = \hat{C}BD$, $AB = BC$, $\hat{A} = \hat{C}$ แล้ว $\triangle ABE$ และ $\triangle CBD$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด	การที่ครูบางคนตอบว่า $\triangle ABE$ และ $\triangle CBD$ เท่ากันทุกประการ(ม.ม.ด.) น่าจะมาจาก 1. มีความเข้าใจว่าความสัมพันธ์ มุม-ด้าน-มุม และ มุม-มุม-ด้าน เป็นความสัมพันธ์เดียวกัน 2. มองรูปย่อยที่แฝงอยู่ในรูปที่ซับซ้อนไม่ออก และไม่หาวิธีทำให้รูปมีความชัดเจนขึ้น

จากการสำรวจของนักศึกษาครู โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 3 สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ เพื่อค้นหาภาพลักษณ์โน้ตสโน้ดเคลื่อนทางเรขาคณิต เรื่องความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3 จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 100 คน โดยใช้แบบทดสอบที่คัดเลือกมาจากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยใช้ทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 80 คน และพบว่านักเรียนกลุ่มสูง 10 คนและกลุ่มต่ำ 10 คน รวม 20 คน มีความคลาดเคลื่อนสูง ตั้งแต่ร้อยละ 75 ถึง 95 ได้แบบทดสอบเรื่องละ 5 ข้อ รวม 10 ข้อ ประกอบการสัมภาษณ์ สามารถสรุปจำนวนนักเรียนที่มีภาพลักษณ์โน้ตสโน้ดเคลื่อนและภาพลักษณ์โน้ตสโน้ดเคลื่อนเรื่องความเท่ากันทุกประการและพื้นที่ ดังตาราง 32 และ ตาราง 33 ตามลำดับ

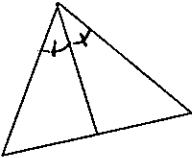
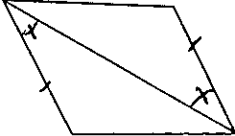
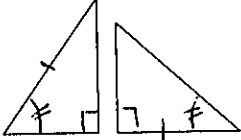
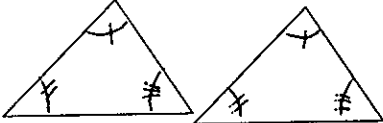
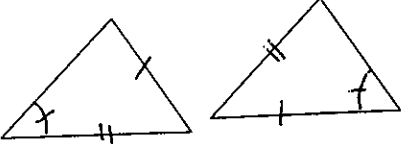
ตาราง 32 ผลการทดสอบภาพลักษณ์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3
เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ

เรื่อง	โจทย์	จำนวนนักเรียนที่มีภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
		จำนวน(คน)	ร้อยละ
ความเท่ากันทุกประการ	1. จากรูปที่กำหนดให้ ถ้า $\overline{AB}, \dots, \overline{AC}$ เป็นข้อมูลแสดงลักษณะ ด.ม.ด. ของ $\triangle ABC$ แล้ว ... หมายถึงข้อใด ก. $\hat{A}$ ข. $\hat{B}$ ค. $\overline{BC}$ ง. $\overline{AB}$ จ. $\hat{C}$ จากการสัมภาษณ์ประกอบของนักศึกษาครูพบว่า 1. นักเรียนบางคนที่ตอบผิดส่วนมากแล้วมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ ลักษณะของ ด.ม.ด. ว่า เป็นลักษณะที่แสดงด้านสองด้านและมุมหนึ่งมุมของรูปสามเหลี่ยม โดยจะเป็นด้านหรือมุมใดก็ได้ 1. นักเรียนบางคนตอบข้อ ค เพราะไม่มีความรู้เรื่องลักษณะนี้เลยเพราะเคยเรียนมาเป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ในรูปสามเหลี่ยมสองรูปและไม่เข้าใจความสัมพันธ์ด้าน-มุม-ด้านของการเท่ากันทุกประการ จึงคิดว่าโจทย์กำหนดด้านให้มาแล้วสองด้านดังนั้นน่าจะเป็นอีกด้านที่เหลือ	53	53

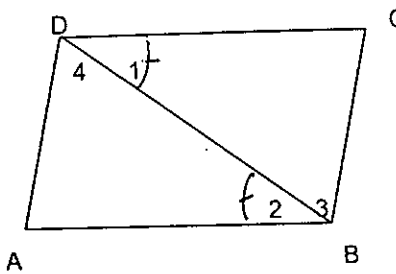
ตาราง 32 (ต่อ)

เรื่อง	โจทย์	จำนวนนักเรียนที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
		จำนวน(คน)	ร้อยละ
ความเท่ากัน ทุกประการ	2. จากรูปที่กำหนดให้ ถ้า $\angle B, \overline{AC}$ เป็นข้อมูลแสดง ลักษณะ ม.ม.ด. ของ $\triangle ABC$ แล้ว ... หมายถึงข้อใด  ก. $\overline{AC}$ ข. $\hat{B}$ ค. $\overline{AB}$ ง. $\overline{BC}$ จ. $\hat{A}$ จากการสัมภาษณ์ประกอบของนักศึกษาครูพบว่า - นักเรียนที่ตอบผิดส่วนมากตอบ ข้อ ง เนื่องจากไม่ เข้าใจลักษณะ ม.ม.ด. ของรูปสามเหลี่ยมและเตา คำตอบ	41	41

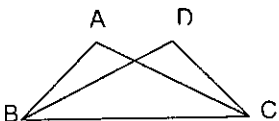
ตาราง 32 (ต่อ)

เรื่อง	โจทย์	จำนวนนักเรียนที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
		จำนวน(คน)	ร้อยละ
ความเท่ากัน ทุกประการ	3. รูปในข้อใดเท่ากันทุกประการ ก.  ข.  ค.  ง.  จ.  จากการสัมภาษณ์ประกอบของนักศึกษาครูพบว่า 1. นักศึกษาที่ตอบผิดส่วนมากแล้ว (39 คน) คิดว่า ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีมุมเท่ากันสามคู่แล้วจะเท่ากันทุกประการเสมอ จึงตอบข้อ ง (สับสนระหว่างรูปสามเหลี่ยมคล้ายกับรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ) 2. นักศึกษาบางคน (19 คน) มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีด้านยาวเท่ากันสองคู่และมีมุมหนึ่งคู่มีขนาดเท่ากันแล้ว จะเท่ากันทุกประการเสมอไม่ว่ามุมและด้านจะอยู่ในลักษณะใดก็ตาม (ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน)	58	58

ตาราง 32 (ต่อ)

เรื่อง	โจทย์	จำนวนนักเรียนที่มี ภาพลักษณ์ฯคลาดเคลื่อน	
		จำนวน(คน)	ร้อยละ
ความเท่ากัน ทุกประการ	4. กำหนดให้ $AD = BC$, $\hat{1} = \hat{2}$, $BD = BD$ ดังรูป  ข้อใดถูกต้อง ก. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ ข. $\hat{1} = \hat{4}$ ค. $\hat{2} = \hat{3}$ ง. $AB = DC$ จ. ไม่สามารถสรุปได้ว่า $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ เท่ากันทุกประการ จากการสัมภาษณ์ประกอบของนักศึกษาพบว่า 1. นักเรียนส่วนมากที่ตอบผิด (45 คน) ตอบข้อ ก เพราะมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีด้านยาวเท่ากันสองคู่และมุมหนึ่งมุมมีขนาดเท่ากันแล้ว จะเท่ากันทุกประการเสมอ ไม่ว่ามุมและด้านจะอยู่ในลักษณะใดก็ตาม 2. นักศึกษาบางคน (28 คน) ตอบข้อ ง เพราะดูรูปและทักท้วงว่ารูปสี่เหลี่ยม ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน 3. มีนักเรียนอยู่ 2 คนที่ตอบ ข้อ ข เพราะดูจากรูปคิดว่ารูปสี่เหลี่ยม ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานจะแบ่งครึ่งมุม(ที่ถูกคือแบ่งครึ่งรูป)	75	75

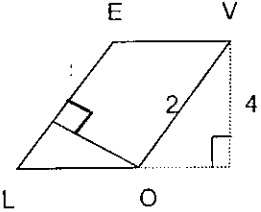
ตาราง 32 (ต่อ)

เรื่อง	โจทย์	จำนวนนักเรียนที่มี ภาพลักษณ์คลาดเคลื่อน	
		จำนวน(คน)	ร้อยละ
ความเท่ากัน ทุกประการ	5. กำหนด $AC = BD$, $\hat{ACB} = \hat{DBC}$ ข้อใด<u>ไม่ถูกต้อง</u>  ก. $\triangle ABC \cong \triangle DCB$ ข. ไม่จำเป็นที่ $\triangle ABC \cong \triangle DCB$ ค. $AB = DC$ ง. $\hat{ABC} = \hat{DCB}$ จ. $\hat{ABD} = \hat{DCA}$ จากการสัมภาษณ์ประกอบของนักศึกษาครูพบว่า 1. นักเรียนที่ตอบผิดส่วนมาก (45 คน) ตอบข้อ ก เพราะมองรูปไม่ออกเนื่องจากรูปมีความซับซ้อนและคิดว่าถ้าโจทย์กำหนดส่วนที่สมนัยกันในความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการไม่ครบก็จะทำให้รูปสามเหลี่ยมไม่เท่ากันทุกประการโดยไม่ได้หาข้อมูลเพิ่มเติม 2. นักเรียนบางคนเลือกตอบข้อ จ (15 คน) โดยคิดว่าไม่ใช่มุมในรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ จึงไม่น่าจะเท่ากันได้ 3. นักเรียนที่เหลือ (14 คน) ตอบ ข้อ ค และ ง โดยดูจากรูปคิดว่ามุมมีขนาดไม่เท่ากัน	74	74

ตาราง 33 ผลการทดสอบภาพลักษณ์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3
เรื่อง พื้นที่

เรื่อง	โจทย์	จำนวนนักเรียนที่มี ภาพลักษณ์คลาดเคลื่อน	
		จำนวน(คน)	ร้อยละ
พื้นที่	6. นักเรียนคิดว่า 1 ตารางเมตร เป็นกี่ตารางเซนติเมตร ก. 10 ข. 100 ค. 160 ง. 10,000 จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบผิดของนักศึกษาครูพบว่า 1. นักเรียนจำนวน 39 คน ตอบข้อ ข โดยให้เหตุผลว่า 1 ตารางเมตรเท่ากับ 100 ตารางเซนติเมตร เพราะว่า 1 เมตรเท่ากับ 100 เซนติเมตร 2. นักเรียนอีก 5 คน เดาคำตอบเพราะไม่รู้ ว่า 1 เมตร เท่ากับกี่เซนติเมตร	39	39

ตาราง 33 (ต่อ)

เรื่อง	โจทย์	จำนวนนักเรียนที่มี ภาพลักษณ์คลาดเคลื่อน	
		จำนวน(คน)	ร้อยละ
พื้นที่	7. จากรูป □ EVOL ที่กำหนดให้ ข้อใดเป็นฐานและความสูงของรูปสี่เหลี่ยมรูปนี้ซึ่งสมนัยกัน  ก. $\overline{LO}$, 2 ข. $\overline{LO}$, 4 ค. $\overline{EV}$, 2 ง. $\overline{OV}$, 4 จ. $\overline{VO}$, 2 จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบผิดของนักศึกษาคูพบว่ 1. นักเรียน 41 คนตอบข้อ ง เพราะคำว่าสมนัยกัน และคิดว่า $\overline{OV}$ เป็นฐาน 2. นักเรียน19 คน ตอบข้อ จ เพราะคิดว่าคำว่า "สมนัยกัน" หมายถึง เป็นความยาวของฐาน 3. นักศึกษา 7 คน ตอบข้อ ค เพราะไม่เข้าใจคำว่า "สมนัยกัน" จึงเดาคำตอบ	60	60

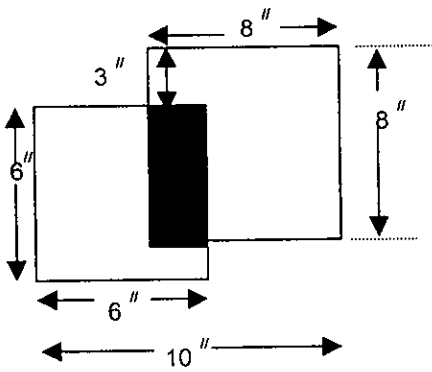
ตาราง 33 (ต่อ)

เรื่อง	โจทย์	จำนวนนักเรียนที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
		จำนวน(คน)	ร้อยละ
พื้นที่	8. พื้นที่ 18 ตารางเมตร คิดเป็นพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร ก. 0.18 ข. 1.8 ค. 180 ง. 1,800 จ. 180,000 จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบผิดของนักศึกษาคูพบว่า 1. นักเรียน 37 คน ตอบข้อ ง เพราะมีความเข้าใจว่า 100 ตารางเซนติเมตร เท่ากับ 1 ตารางเมตร 2. นักเรียน 13 คน ตอบข้อ ค เพราะคิดว่า 1 เมตร เท่ากับ 10 เซนติเมตร จึงได้ 18 ตารางเมตร เท่ากับ 180 ตารางเซนติเมตร 3. นักเรียนอีก 4 คน ตอบข้อ ข เพราะคิดว่า 1 เซนติเมตร เท่ากับ 10 เมตรจึงได้ 18 ตารางเมตร เท่ากับ 1.80 ตาราง เซนติเมตร	54	54

ตาราง 33 (ต่อ)

เรื่อง	โจทย์	จำนวนนักเรียนที่มี ภาพลักษณ์ฯ ที่คลาดเคลื่อน	
		จำนวน(คน)	ร้อยละ
พื้นที่	9. ถ้ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีด้านยาวเป็น 2 เท่าของความยาวเดิม แล้ว พื้นที่จะเป็นกี่เท่าของพื้นที่รูปเดิม ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4 จ. 5 จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบผิดของนักศึกษาพบว่า 1. นักเรียน จำนวน 45 คนตอบ ข้อ ข เพราะคิดว่าเมื่อความยาวของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเพิ่มเป็นสองเท่าจะได้พื้นที่เพิ่มเป็นสองเท่าเช่นเดียวกัน ซึ่งเป็นเพราะนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยของพื้นที่ลักษณะเดียวกับข้อ 2 และ3 2. นักเรียนจำนวน 19 คน ตอบข้อ จ เพราะคิดว่าความยาวเพิ่มขึ้น เท่ากับ $10-5 = 5$ เท่าของรูปเดิม	71	71

ตาราง 33 (ต่อ)

เรื่อง	โจทย์	จำนวนนักเรียนที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
		จำนวน(คน)	ร้อยละ
พื้นที่	10. พื้นที่ส่วนที่ซ้อนทับกันของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสสองรูปที่กำหนดให้ ดังรูป มีพื้นที่กี่ตารางนิ้ว  ก. 10 ข. 20 ค. 24 ง. 30 จ. 64 จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ตอบผิดของนักศึกษาคูพบว่ 1. นักเรียน 31 คน ตอบข้อ ค เพราะหาความยาวของรูปที่แรงาผิดพลาด 2. นักเรียน 17 คน ตอบข้อ ก เพราะมองรูปไม่ออก ไม่รู้จะหาพื้นที่ได้อย่างไร จึงเดาคำตอบ 3. อีก 11 คน ตอบข้อ ง และ จ โดยหาตัวเลขมาคูณกันแล้วได้คำตอบตรงโจทย์จึงเลือกคำตอบนั้น โดยบอกว่าถ้าเป็นรูปเดียวสามารถหาได้ แต่รูปที่ซ้อนกันทำให้สับสนมาก ไม่รู้จะหาพื้นที่อย่างไร (มีความเข้าใจแต่นำไปใช้ไม่ได้)	59	59

ภาคผนวก ช
ผลการทดสอบนักศึกษาครู

1. ผลการทดสอบภาพลักษณ์ไมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู
2. ผลการทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ของนักศึกษาครู
3. ผลการวัดความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครู
4. ผลการวัดความรู้เรื่องหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตของนักศึกษาครู
5. ผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครู
6. ผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู

จากการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนสามารถสรุปคะแนนที่ได้จากการทดสอบดังตาราง 34

ตาราง 34 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู

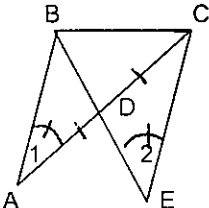
รหัส	การทดสอบก่อนเรียน		การทดสอบหลังเรียน	
	คะแนน(35)	คิดเป็นร้อยละ	คะแนน(35)	คิดเป็นร้อยละ
01	26	74	35	100
02	30	86	32	91
03	26	74	35	100
04	32	91	35	100
05	30	86	35	100
06	28	80	35	100
07	27	77	35	100
08	33	94	35	100
09	27	77	35	100
10	33	94	35	100
11	27	77	35	100
12	27	77	35	100
13	18	51	31	89
14	27	77	35	100
15	23	66	35	100
16	20	57	35	100
17	16	46	31	89
18	33	94	35	100
19	21	60	33	94
20	30	86	35	100
21	28	80	35	100
22	27	77	35	100
23	25	71	35	100

จากการสัมภาษณ์ประกอบสามารถสรุปผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นของนักศึกษาครูดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 35 สรุปผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชน้ของนักศึกษาครู เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ
เรียงตามลำดับความคลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย(จากนักศึกษาครู 23 คน)

ลำดับที่	ข้อ	จำนวนนักศึกษาครูที่มีภาพลักษณ์โน้ตชน้คลาดเคลื่อน	
		ทดสอบก่อนเรียน(คน)	ทดสอบหลังเรียน(คน)
1	20	11	3
2	19	10	-
3	10	10	-
4	5	9	-
5	2	8	1
6	11	8	-
7	3	6	-
8	9	6	-
9	8	5	3
10	15	5	-
11	21	4	-
12	22	4	-
13	18	4	-
14	13	4	-
15	1	3	-
16	4	3	-
17	6	2	-
18	14	4	-
19	7	2	-
20	16	2	-
21	17	2	-
22	12	1	-

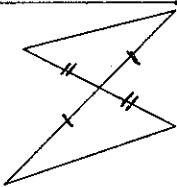
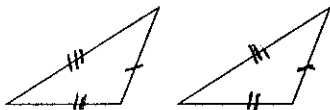
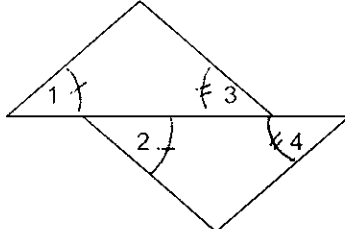
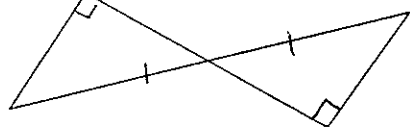
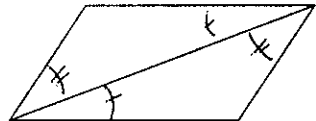
ตาราง 36 จำนวนนักศึกษาคูที่มีภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่ตลาดเคลื่อน เรื่องความเท่ากันทุกประการ
จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวนนักศึกษาคูทั้งหมด 23 คน

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาคูที่มี ภาพลักษณ์ที่ตลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
1	20	จากรูป กำหนดให้ $AD = DC$, $\hat{A} = \hat{E}$ ข้อใดถูกต้อง  ก. $\triangle ABD \cong \triangle EDC$ ข. ไม่จำเป็นที่ $\triangle ABD \cong \triangle EDC$ ค. $\hat{BCA} = \hat{DCE}$ ง. $BC = CE$ จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง จากการทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาคูส่วนมากเลือกตอบข้อ ก โดยคิดว่า $\triangle ABD$ และ $\triangle EDC$ เท่ากันทุกประการเพราะว่ามีมุมสองคู่มีขนาดเท่ากันและด้านยาวเท่ากัน 1 คู่ คือ $\hat{BCA} = \hat{DCE}$ และ $\hat{BDA} = \hat{CDE}$ และ $AD = CD$ (มุม-มุม-ด้าน) - นักศึกษาคูบางคนเกิดความสับสนเพราะคิดว่าความสัมพันธ์ของ $\triangle ABD$ เป็นแบบ มุม-ด้าน-มุม แต่ $\triangle EDC$ มีความสัมพันธ์แบบ มุม-มุม-ด้าน จึงคิดว่าน่าจะตอบข้อ จ แต่บางคนยังตอบข้อ ก เพราะสนใจเพียงว่ามีมุมเท่ากันสองคู่และด้านยาวเท่ากัน 1 คู่ก็เพียงพอ - นักศึกษาคูบางคนดูจากรูปเพราะไม่เข้าใจและไม่รู้ความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการ	11	3

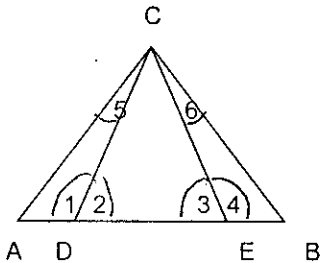
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาคูครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
1	20	จากการทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า นักศึกษาคู 3 คน มีความคลาดเคลื่อนว่า $\triangle ABD \cong \triangle EDC$ เพราะมีขนาดของมุมเท่ากัน 2 คู่และด้านยาวเท่ากัน 1 คู่ เมื่อ ผู้วิจัยถามว่าความสัมพันธ์ ของรูป $\triangle ABD$ เป็นแบบใด นักศึกษาคูตอบว่า ด.ม.ด. และความสัมพันธ์ ของรูป $\triangle EDC$ เป็นแบบใด นักศึกษาคูตอบว่า ม.ม.ด. หลังจากนั้น นักศึกษาคูขอเปลี่ยนคำตอบเป็น ข้อ ข โดยบอกเหตุผลว่า ในกรณีที่รูปสามเหลี่ยมสองรูปมีความสัมพันธ์ต่างกัน ยังสรุป ไม่ได้ว่าเท่ากันทุกประการหรือไม่ ต้องหาข้อมูลเพิ่มเติม แต่ไม่ สามารถหาได้ จึงเลือกตอบข้อ ข	10	-

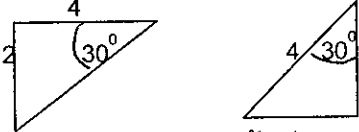
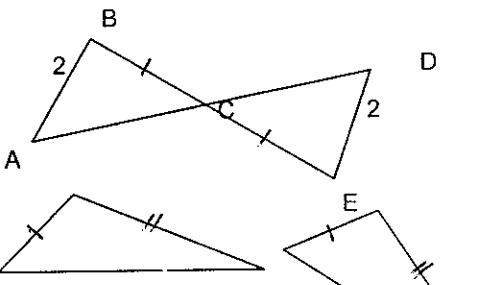
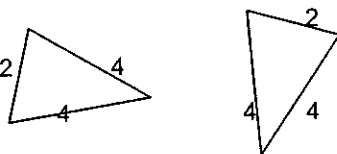
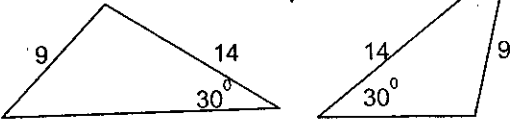
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
2	19	รูปใดต่อไปนี้ <u>ไม่จำเป็นต้องเท่ากันทุกประการ</u> ก.  ข.  ค.  ง.  จ.  ทดสอบก่อนเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาครูที่ตอบผิดให้เหตุผลว่าดูจากรูปคิดว่าจะไม่เท่ากันทุกประการ โดยไม่ได้ใช้สมบัติของความเท่ากันทุกประการแต่อย่างใด 1 ทดสอบหลังเรียน พบว่า นักศึกษาครูทุกคนตอบข้อ ค ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เมื่อถามเหตุผลนักศึกษาครูสามารถอธิบายโดยใช้ความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการได้ถูกต้อง	10	-

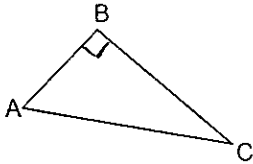
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครุครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
3	10	จากรูปที่กำหนดให้ ถ้า $\widehat{DCB}$, ..., $\widehat{2}$ เป็นข้อมูลแสดง ลักษณะแบบ ม.ด.ม ของ $\triangle CDB$ แล้ว... หมายถึงข้อใด  ก. $\overline{DB}$ ข. $\overline{BC}$ ค. $\overline{CD}$ ง. $\overline{EB}$ จ. $\overline{DE}$ ทดสอบก่อนเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาครูบางคนมีความสับสนระหว่าง มุม-ด้าน-มุม และ มุม-มุม-ด้านโดยที่ไม่รู้ว่าต่างกันอย่างไร - นักศึกษาครูครูบางคนสับสนเพราะรูปมีความซับซ้อนทำให้มองไม่ออกทั้งที่เข้าใจความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน ทดสอบหลังเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาครุครูทั้ง 10 คน ตอบได้ถูกต้อง ไม่สับสนระหว่าง มุม-ด้าน-มุมและ มุม-มุม-ด้านและมีความเข้าใจลักษณะเฉพาะของความสัมพันธ์ แบบ มุม-ด้าน-มุมและด้าน-มุม-ด้าน	10	-

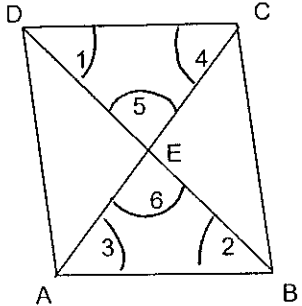
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูครุที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
4	5	รูปที่กำหนดให้ข้อใดเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ก.  ข. กำหนด $BC = CD = 5$ หน่วย ดังรูป ค.  ง.  จ.  ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบพบว่า - นักศึกษาครูบางคนตอบข้อ ข และ ข้อ ค โดยดูจากรูปคิดว่าเท่ากันทุกประการ โดยไม่ใช้ความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการ - นักศึกษาครูบางคนตอบข้อ ข โดยให้เหตุผลว่ามีมุมแย้งมีขนาดเท่ากันเพราะดูจากรูปคิดว่า $\overline{AB} \parallel \overline{ED}$ และมีมุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากันจึงเป็น ความสัมพันธ์ ม.ม.ด. - นักศึกษาครูบางคนตอบข้อ ข คิดว่าเป็นความสัมพันธ์ ค.ม.ด. - นักศึกษาครูบางคนตอบข้อ ก โดยดูจากรูปและใช้ทบท.พีทาโกรัส แต่มองไม่ออกว่าความยาวด้านที่กำหนดให้ไม่ได้อยู่ในลำดับเดียวกัน ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบพบว่า - นักศึกษาครูทั้ง 9 คนตอบได้ถูกต้อง โดยสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการประกอบการให้เหตุผลได้ถูกต้อง	9	-

ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
5	2	จากรูป $\triangle ABC$ ข้อใดสามารถนำไปสรุปเกี่ยวกับลักษณะ แบบ ฉ.ด.ด ได้ถูกต้อง  ก. $\hat{B}$, $\overline{BC}$, $\overline{AC}$ ข. $\hat{A}$, $\overline{AB}$, $\overline{BC}$ ค. $\hat{B}$, $\overline{AB}$, $\hat{C}$ ง. $\overline{AB}$, $\hat{B}$, $\overline{BC}$ จ. $\overline{AB}$, $\overline{BC}$, $\hat{C}$ ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาครูบางคนคิดว่าลักษณะแบบ ฉาก-ด้าน-ด้าน เป็น การแสดงมุมฉากหนึ่งมุมกับด้านประกอบมุมฉาก จึงเลือกข้อ ง - นักศึกษาครูบางคนคิดว่า ลักษณะแบบ ฉาก-ด้าน-ด้าน เป็น ลักษณะแสดงมุมฉากหนึ่งมุมกับอีกสองด้านซึ่งไม่ทราบว่าเป็น ด้านใดและบางคนคิดว่าด้านใดก็ได้ ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - มีนักศึกษาครูอยู่คนหนึ่งที่ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่โดยตอบ ข้อ ง คือยังใช้ด้านสองด้านที่เป็นด้านประกอบมุมฉากอยู่ เพราะ ไปนึกถึงทบท. ปีทาโกรัส ผู้วิจัยให้นักศึกษาครูพิจารณาคำตอบ อีกครั้ง ถึงลักษณะที่นักศึกษาครูเลือกว่าเป็นลักษณะแบบใด นักศึกษาครูตอบว่า ต.ม.ด. ทำให้นักศึกษาครูรู้ว่าเข้าใจลักษณะ แบบ ฉาก-ด้าน-ด้าน คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยให้นักศึกษาครูไป ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม หลังจากนั้นนักศึกษาครูคนนี้สามารถ ตอบได้ถูกต้องและไม่มีความคลาดเคลื่อน	8	1

ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาคูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
6	11	จาก $\square ABCD$ ถ้า $\overline{AE}, \hat{3}, \dots$ เป็นข้อมูลแสดงความลักษณะแบบ ด.ม.ด. ของ $\triangle AEB$ แล้ว ... หมายถึงข้อใด  ก. $\overline{BE}$ ข. $\overline{AB}$ ค. $\overline{CE}$ ง. $\overline{AE}$ จ. $\overline{DE}$ ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาคูบางคนตอบข้อ ก เพราะมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะ ด้าน-มุม-ด้าน โดยที่ไม่เข้าใจว่าด้านคู่ที่เท่ากันต้องเป็นด้านระหว่างมุมคู่ที่เท่ากัน - นักศึกษาคูบางคนตอบข้อ ง เพราะรูปมีความซับซ้อนทำให้มองหาด้านที่เท่ากันอีกคู่ไม่ได้จึงเลือกตอบด้านเดิม ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาคูทุกคนมีความเข้าใจลักษณะแบบ ด.ม.ด. และสามารถอธิบายลักษณะพิเศษของมุมที่เท่ากันได้ถูกต้อง	8	-

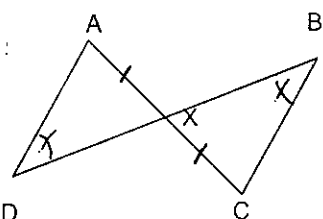
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
7	3	จาก $\triangle ABC$ ข้อใดสามารถนำไปสรุปเกี่ยวกับลักษณะแบบ ม.ด.ม. ได้ถูกต้อง ก. $\hat{A}, \hat{C}, \overline{BC}$ ข. $\hat{A}, \hat{C}, \overline{AB}$ ค. $\hat{A}, \overline{AC}, \hat{C}$ ง. $\hat{B}, \overline{AB}, \hat{C}$ จ. $\hat{A}, \overline{BC}, \hat{B}$ ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาครูบางคนยังมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะแบบมุม-ด้าน-มุม โดยเข้าใจว่าเป็นการแสดงมุมสองมุม และด้านหนึ่งด้านเท่านั้น โดยไม่จำเป็นต้องเป็นด้านที่อยู่ระหว่างมุมสองมุมนั้น ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาครูทั้ง 6 คน สามารถอธิบายลักษณะพิเศษของมุมตามลักษณะแบบ ด.ม.ด. และตอบได้ถูกต้อง	6	-

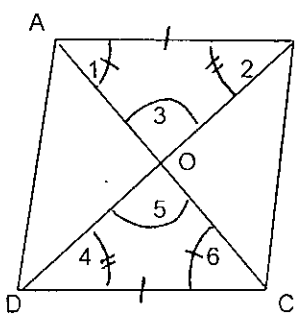
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
8	9	จาก $\triangle ABC$ ให้ D อยู่บน $\overline{AC}$ จงพิจารณาว่าข้อใดเป็นลักษณะ ด.ม.ด. ของรูปสามเหลี่ยม ก. $\overline{AB}, \hat{3}, \overline{AD}$ ข. $\overline{AD}, \hat{1}, \overline{AB}$ ค. $\overline{BD}, \hat{1}, \overline{AD}$ ง. $\overline{AB}, \hat{1}, \overline{BD}$ จ. $\overline{AB}, \hat{3}, \overline{BD}$ ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาครูบางคนยังมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลักษณะ ด้าน-มุม-ด้าน โดยเข้าใจว่าเป็นลักษณะที่แสดงด้านสองด้าน และมุมหนึ่งมุมเท่านั้น โดยไม่จำเป็นต้องเป็นมุมที่อยู่ระหว่าง ด้านสองด้านนั้น ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - มีนักศึกษาครูคนหนึ่งที่ยังสับสนเกี่ยวกับลักษณะ ด.ม.ด. โดยคิดว่าด้านจะเป็นด้านใดก็ได้	2	1

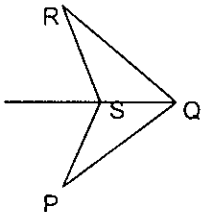
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบหลัง เรียน
9	8	จากรูปกำหนดให้ X อยู่บน $\overline{DB}$ และ $\overline{AC}$ ดังรูป ข้อใด <u>ไม่ถูกต้อง</u>  ก. $\overline{AD} \cong \overline{BC}$ ข. $\hat{C} \cong \hat{A}$ ค. $\hat{A}\hat{X}D \cong \hat{A}\hat{X}B$ ง. $\overline{XB} \cong \overline{XD}$ จ. $\triangle ADX \cong \triangle CBX$ ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาบางคนดูจากรูปและคิดว่า $\hat{C} = \hat{A}$ - นักศึกษาบางคนตอบข้อ จ เพราะไม่เป็นไปความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการแบบ ด.ม.ด , ม.ด.ม. , ฉ.ด.ด.และ ม.ม.ด ไม่ได้หาข้อมูลเพิ่มเติมหรือสร้างรูปเพิ่มเติมแต่อย่างใด ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - มีนักศึกษาที่มีภาพลักษณ์โน้มน้าคลาดเคลื่อนเหลืออยู่ 3 คน จาก 5 คน ที่พบในการทดสอบก่อนเรียน ผู้วิจัยได้ใช้คำถามนำทาง จนนักศึกษาค้นพบคำตอบที่ถูกต้อง	5	3

ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาคูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
10	15	โจทย์ กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยม ดังรูป  ถ้า กำหนดให้ $\hat{1} = \hat{6}$, $\hat{4} = \hat{2}$, $AB = DC$, ข้อใดสรุปเกี่ยวกับ $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ ได้ถูกต้อง ก. เท่ากันทุกประการ (ม.ด.ม.) ข. เท่ากันทุกประการ (ด.ม.ด.) ค. เท่ากันทุกประการ (ม.ม.ด.) ง. เท่ากันทุกประการ (ด.ด.ด.) จ. ไม่เท่ากันทุกประการ ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาคูบางคน (5 คน) มีความสับสนระหว่างความสัมพันธ์ แบบ มุม-ด้าน-มุม และ มุม-มุม-ด้าน โดยตอบตามที่โจทย์เรียงลำดับไว้คือ มุม-มุม-ด้าน โดยไม่เข้าใจความหมายที่แท้จริง ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาคูทั้ง 5 คนมีความเข้าใจความสัมพันธ์ แบบ มุม-ด้าน-มุม และ มุม-มุม-ด้าน ได้อย่างถูกต้องไม่คลาดเคลื่อน	5	-

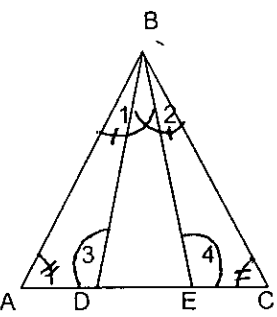
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
11	21	กำหนดให้ $\overline{SP} \cong \overline{SR}$ และ $\angle PSQ = \angle RSQ$ ข้อใดแสดงเหตุผลว่า $\triangle QPS \cong \triangle QRS$  ก. ด.ม.ด. ข. ด.ด.ด. ค. ม.ม.ด. ง. ม.ด.ม. จ. ณ.ด.ด. ทดสอบก่อนเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาครูบางคนมีความสับสนระหว่าง มุม-ด้าน-มุม และ ด้าน-มุม-ด้าน โดยตอบตามที่โจทย์เรียงลำดับไว้คือ มุม-มุม-ด้าน โดยไม่เข้าใจความหมายที่แท้จริง และนักศึกษาครูบางคนคิดว่า $\hat{R} = \hat{P}$ (ดูรูป) จึงเลือกตอบ ข้อ ง ทดสอบหลังเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาครูทั้ง 4 คนสามารถตอบได้ถูกต้อง โดยที่สามารถบอกความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการได้ถูกต้องและสามารถอธิบายลักษณะของความสัมพันธ์แบบ ด.ม.ด. ได้ถูกต้อง 1	4	-

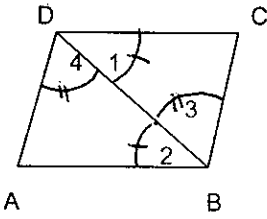
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
12	22	ข้อใดถูกต้อง ก. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนี้มีพื้นที่เท่ากัน ข. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีพื้นที่เท่ากัน แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนี้เท่ากันทุกประการ ค. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีฐานร่วมกัน แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนี้ มีพื้นที่เท่ากัน ง. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีพื้นที่เท่ากัน แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนี้มีความยาวด้านทุกด้านเท่ากันด้านต่อด้าน จ. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีมุมเท่ากันสามมุม มุมต่อมุม แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนี้มีพื้นที่เท่ากัน ทดสอบก่อนเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาครูบางคนคิดว่ารูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีพื้นที่เท่ากันจะเท่ากันทุกประการ - นักศึกษาครูบางคนคิดว่าถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีมุมเท่ากันสามมุม มุมต่อมุม แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนี้มีพื้นที่เท่ากัน เพราะถ้ามีมุมสามมุมเท่ากันทุกมุม มุมต่อมุมแล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปจะเท่ากันทุกประการและถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการแล้วพื้นที่จะเท่ากัน ทดสอบก่อนเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาครูมีความเข้าใจว่ารูปสามเหลี่ยมที่มีพื้นที่เท่ากันอาจจะไม่เท่ากันทุกประการ โดยสามารถยกตัวอย่างค้านได้ถูกต้อง - ส่วนนักศึกษาครูที่เข้าใจคลาดเคลื่อนว่ารูปสามเหลี่ยมที่มีมุมเท่ากันสามมุม มุมต่อมุมเป็นรูปที่เท่ากันทุกประการ สามารถยกตัวอย่างรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีมุมสามมุมเท่ากันแต่ไม่เท่ากันทุกประการและพื้นที่ไม่เท่ากัน	4	-

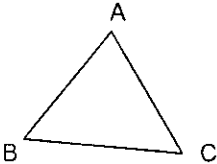
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
13	18	โจทย์ กำหนดให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยม และ ให้ D และ E อยู่บน AC ดังรูป  ถ้ากำหนดให้ $\angle ABE = \angle CBD$, $AB = BC$ และ $\angle A = \angle C$ แล้วข้อใดสรุปเกี่ยวกับ $\triangle ABE$ และ $\triangle CBD$ ได้ถูกต้อง ก. ไม่จำเป็นต้องเท่ากันทุกประการ ข. เท่ากันทุกประการ (ด.ม.ด.) ค. เท่ากันทุกประการ (ม.ด.ม.) ง. เท่ากันทุกประการ (จ.ด.ด.) จ. เท่ากันทุกประการ (ม.ม.ด.) ทดสอบก่อนเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาครูคนหนึ่งสับสนเพราะรูปมีลักษณะซับซ้อน - นักศึกษาครูคนหนึ่งคิดว่าข้อ ก เป็นคำตอบ - นักศึกษาครูคนหนึ่งมีความสับสนเกี่ยวกับ ด.ม.ด และ ม.ด.ม จึงเลือกตอบข้อ ข - นักศึกษาครูคนหนึ่งตอบ ข้อ ข โดยตอบตามที่โจทย์เรียงลำดับไว้โดยไม่ทราบความหมายที่แท้จริง ทดสอบหลังเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาครูที่เคยสับสนเพราะรูปมีลักษณะซับซ้อนสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยใช้ปากกาหมึกแดงลากไปตามด้านของรูปสามเหลี่ยมและใช้เครื่องหมายในการแสดงความเท่ากันของส่วนต่าง ๆ ของรูป ทำให้มองรูปออก - นักศึกษาครูที่เคยมีความสับสนเกี่ยวกับ ด.ม.ด และ ม.ด.ม มีความเข้าใจความสัมพันธ์นี้ได้ถูกต้องและที่เคยตอบ ข้อ ข ตามที่โจทย์เรียงลำดับไว้มีความเข้าใจความสัมพันธ์ ด.ม.ด. ได้ถูกต้อง	4	-

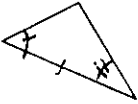
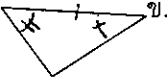
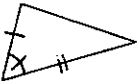
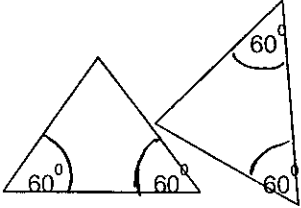
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาคูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
14	13	โจทย์ กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยม ดังรูป  ถ้ากำหนดให้ $\hat{1} = \hat{2}, \hat{3} = \hat{4}, BD = BD$ แล้วข้อใดถูกต้อง ก. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ด.ม.ด.) ข. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ม.ด.ม.) ค. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ม.ม.ด.) ง. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ด.ด.ด.) จ. ไม่จำเป็นที่ $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ ทดสอบก่อนเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาคูคนหนึ่งสับสนเพราะรูปมีลักษณะซับซ้อน - นักศึกษาคูคนหนึ่งคิดว่าข้อ ก เป็นคำตอบ - นักศึกษาคูคนหนึ่งมีความสับสนเกี่ยวกับ ด.ม.ด และ ม.ด.ม จึงเลือกตอบข้อ ข - นักศึกษาคูคนหนึ่งตอบ ข้อ ข โดยตอบตามที่โจทย์เรียงลำดับไว้โดยไม่ทราบความหมายที่แท้จริง - นักศึกษาคูบางคนสับสนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ มุม-มุม-ด้าน และมุม-ด้าน-มุม(2 คน) - บางคนคิดว่าความสัมพันธ์ มุม-มุม-ด้าน เป็นความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีมุมเท่ากัน 2 คู่และด้านยาวเท่ากัน 1 ด้านเท่านั้น ไม่ได้มีลักษณะเฉพาะแต่อย่างใด (2 คน) ทดสอบหลังเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาคูไม่สับสนในรูปมีลักษณะซับซ้อน - นักศึกษาคูเข้าใจความสัมพันธ์ของการเท่ากันทุกประการแบบ ม.ม.ด..ม.ด. และ ม.ม.ด. ได้ถูกต้อง	4	--

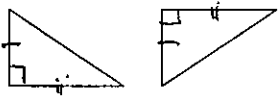
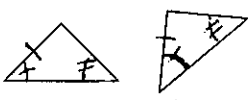
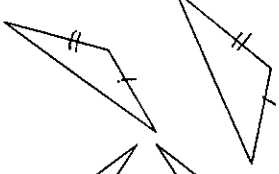
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
15	1	จาก $\triangle ABC$ ข้อใดสามารถนำไปสรุปเกี่ยวกับลักษณะ ด.ม.ด. ได้ถูกต้อง  ก. $\overline{AB}$, $\hat{A}$, $\overline{BC}$ ข. $\overline{AB}$, $\hat{A}$, $\overline{AC}$ ค. $\overline{BC}$, $\hat{B}$, $\overline{AC}$ ง. $\overline{AB}$, $\hat{B}$, $\overline{AC}$ จ. $\overline{BC}$, $\hat{C}$, $\overline{AB}$ ทดสอบก่อนเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาครูไม่เข้าใจความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน (3 คน) คิดว่ามีด้านยาวเท่ากัน 2 คู่และมุมมีขนาดเท่ากัน 1 คู่เท่านั้น ทดสอบก่อนเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาครูที่มีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ด.ม.ด. มีความเข้าใจลักษณะเฉพาะของมุมที่เท่ากันและตอบได้ถูกต้อง	3	--

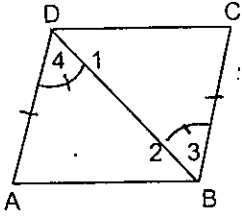
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาคูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
16	4	รูปในข้อใดแสดงความสัมพันธ์ ด.ด.ด. ของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ ก.  ข.  ค.  ง.  จ.   ทดสอบก่อนเรียนประกอบการสัมภาษณ์ พบว่า - นักศึกษาคูบางคนสับสนจากตำแหน่งที่ตั้งของรูปที่ไม่เหมือนกันและไม่ตั้งเคียงขึ้น - บางคนคิดว่าข้อ ง เพราะมีมุมเท่ากันสามคู่ ทำให้มีด้านยาวเท่ากันสามด้านด้วยจึงเป็นความสัมพันธ์ ด.ด.ด. ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาคูทั้งสามคนเข้าใจความสัมพันธ์ ด.ด.ด. ได้ถูกต้อง	3	--

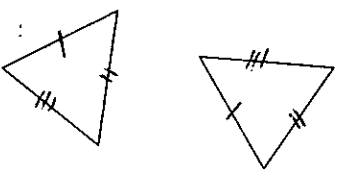
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาคูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
17	6	รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้รูปคู่ใด<u>ไม่สามารถสรุปได้ว่า</u>เท่ากันทุกประการ ก.  ข.  ค.  ง.  จ.  ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาคูคนหนึ่งมีความเข้าใจว่า รูปที่มีความสัมพันธ์ ด.ด.ด. ไม่เท่ากันทุกประการ - นักศึกษาคูอีกคนหนึ่งอธิบายว่าได้พยายามหมุนรูปให้อยู่ในแนวเดียวกันหรือตำแหน่งเหมือนกันแต่ก็ยังสับสน มองรูปไม่ออก ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาคูทั้งสองคนสามารถตอบได้ถูกต้อง ไม่มีความคลาดเคลื่อนแต่อย่างใด	2	--

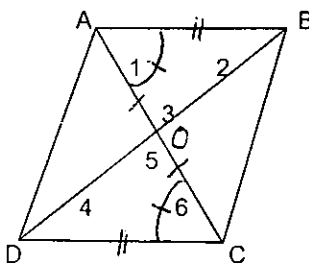
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
18	14	โจทย์ กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยม ดังรูป  ถ้ากำหนดให้ $AD = BC$, $BD = BD$, $\hat{3} = \hat{4}$ ข้อใดถูกต้อง ก. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ต.ม.ต.) ข. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ม.ต.ม.) ค. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ม.ม.ต.) ง. $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ (ต.ต.ต.) จ. ไม่จำเป็นที่ $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาครูบางคนไม่เข้าใจความแตกต่างระหว่าง ด้าน-มุม-ด้าน กับ มุม-ด้าน-มุม (2 คน) - นักศึกษาครูบางคน ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของการเท่ากัน ทุกประการและคิดว่ารูปที่กำหนดให้มีมุมเท่ากันเพียง 2 คู่ แต่ไม่กำหนดด้านมาให้ แต่รูปสามเหลี่ยมมี สามด้านจึงคิดว่าน่าจะเป็น ต.ต.ต. ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาครูทั้ง 2 คนมีความเข้าใจถูกต้อง ไม่มีความคลาดเคลื่อน เกี่ยวกับความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้าน กับ มุม-ด้าน-มุม - ส่วนนักศึกษาครูที่เคยตอบ ความสัมพันธ์แบบ ต.ต.ต. เมื่อถามอีกครั้งสามารถตอบได้ถูกต้องไม่คลาดเคลื่อน	4	-

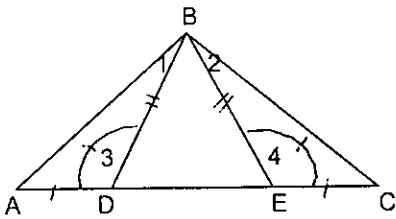
ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
19	7	รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากัน ทุกประการจากความสัมพันธ์ใด  ก. ด.ม.ด. ข. ด.ด.ด. ค. ม.ด.ม. ง. ด.ฉ.ด. จ. ป.ด.ด ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า -นักศึกษาครู 2 คน คิดว่าเป็นความสัมพันธ์ ด.ม.ด. เพราะจำความ สัมพันธ์การเท่ากันทุกประการไม่ได้และไม่เข้าใจตัวย่อ ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า -นักศึกษาครูตอบถูกทุกคนและไม่มีความคลาดเคลื่อน	2	--

ตาราง 36 (ต่อ)

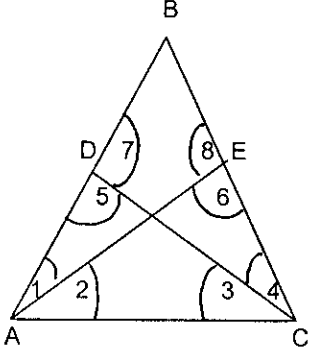
ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ฯคลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
20	16	จากรูป  ถ้ากำหนดให้ $AO = OC$, $AB = DC$, $\hat{1} = \hat{6}$, ข้อใดสรุปเกี่ยวกับ $\triangle AOB$ และ $\triangle DOC$ ได้ถูกต้อง ก. เท่ากันทุกประการ (ม.ด.ม.) ข. เท่ากันทุกประการ (ด.ม.ด.) ค. เท่ากันทุกประการ (ม.ม.ด.) ง. เท่ากันทุกประการ (ด.ด.ด.) จ. ไม่เท่ากันทุกประการ ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาครูบางคน (2 คน) คิดว่าเป็น ม.ด.ม. เพราะคิดว่ารูปสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน จึงทำให้ $\hat{2} = \hat{4}$ ทำให้ได้มุมสองคู่เท่ากันและด้านที่อยู่ระหว่างมุมที่เท่ากันมีความยาวเท่ากัน จึงเป็นความสัมพันธ์แบบ ม.ด.ม. (ยึดติดกับรูป) ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาครูสามารถตอบได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลได้ว่ารูปสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้ไม่จำเป็นต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน จึงไม่สามารถสรุปได้ว่า $\hat{2} = \hat{4}$ และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เป็นความสัมพันธ์ ด.ม.ด.	20	-

ตาราง 36(ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาคูที่มี ภาพลักษณ์คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
21	17	โจทย์ กำหนดให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยม และ ให้ D และ E อยู่บน $\overline{AC}$ ดังรูป  ถ้ากำหนดให้ $AD=EC$, $BD=BE$, $\hat{3} = \hat{4}$, ข้อใดสรุปเกี่ยวกับ $\triangle ABD$ และ $\triangle CBE$ ได้ถูกต้อง ก. ไม่จำเป็นต้องเท่ากันทุกประการ ข. เท่ากันทุกประการ (ด.ม.ด.) ค. เท่ากันทุกประการ (ม.ด.ม.) ง. เท่ากันทุกประการ (จ.ด.ด.) จ. เท่ากันทุกประการ (ม.ม.ด.) ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาคูคนหนึ่งคิดว่าไม่จำเป็นต้องเท่ากันทุกประการ เพราะคิดว่าความสัมพันธ์ที่กำหนดให้เป็นแบบ ด.ด.ม. ซึ่งไม่เคยพบมาก่อน - นักศึกษาคูคนหนึ่งตอบข้อ ค (ม.ด.ม.) เพราะคิดว่า $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ทำให้ $\hat{A} = \hat{C}$ จึงได้ความสัมพันธ์ ม.ด.ม. ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาคูมีความเข้าใจว่าความสัมพันธ์ที่เขียนไม่ได้เขียนเรียงตามสิ่งที่โจทย์กำหนดให้แต่เรียงตามส่วนที่สมนัยกัน จึงต้องตรวจสอบว่าเป็นไปตามความสัมพันธ์หรือไม่ ไม่ใช่ตามที่โจทย์กำหนดให้นักศึกษาคูไม่ทักท้วงว่า $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว โดยดูจากรูป แต่ใช้การตรวจสอบสมบัติของรูปแทน และพบว่าไม่จำเป็นที่ $\triangle ABC$ จะต้องเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว	2	-

ตาราง 36 (ต่อ)

ตาราง 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาคูที่มี ภาพลักษณ์คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
22	12	จากรูป $\triangle ABC$, D และ E อยู่บน $\overline{AB}$ และ $\overline{BC}$ ถ้า ..., AE, 8 เป็นข้อมูลแสดงลักษณะแบบ ม.ด.ม. ของ $\triangle AEB$ แล้ว ... หมายถึงข้อใด  ก. 7 ข. 1 ค. 5 ง. 8 จ. 6 ทดสอบก่อนเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาคูคนหนึ่งมีความสับสน ดูรูปไม่ออก จึงตอบข้อ จ. 6 เพราะเห็นว่าอยู่ใกล้ 8 ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์ประกอบ พบว่า - นักศึกษาคูคนนี้สามารถตอบได้ถูกต้อง ไม่มีความคลาดเคลื่อนอธิบายวิธีคิด โดยใช้ปากกาหมึกแดงขีดไปตามด้านของรูป และขีดเครื่องหมายบนด้านและมุมที่กำหนดให้ คือ ด้าน $\overline{AE}$ และ 8 ทำให้สามารถหามุมที่เหลือคือ 1 ได้ถูกต้อง	1	--

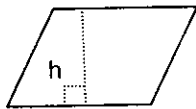
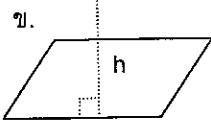
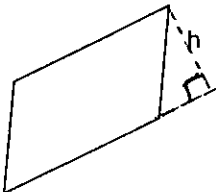
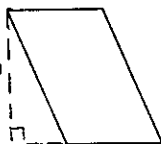
ตาราง 37 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชน้ของนักศึษาครูเรืง พื้นที่ เรืงตามล้าดับ
ความคลาดเคลือนจากมากไปน้อย(จากนักศึษาครู จ้านวน 23 คน)

ล้าดับที่	ข้อ	จ้านวนนักศึษาครูที่มีภาพลักษณ์โน้ตชน้ที่คลาดเคลือน	
		ทดสอบก้อนเรืยน(คน)	ทดสอบหล้งเรืยน(คน)
1	35	18	-
2	27	8	1
3	29	7	1
4	31	7	-
5	28	7	-
6	33	7	-
7	30	5	-
8	23	5	-
9	32	5	-
10	26	3	-
11	25	1	-
12	24	1	-
13	34	-	-

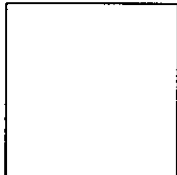
ตาราง 38 จำนวนนักศึกษาคูที่มีภาพลักษณ์โมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนและหลังเรียน
เรื่อง พื้นที่ เรียงตามลำดับความคลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาคูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
1	35	40,000 ตารางเซนติเมตรเป็นกี่ตารางเมตร ก. 4 ข. 40 ค. 400 ง. 4,000 จ. 40,000 ทดสอบก่อนเรียน พบว่า -นักศึกษาคูทั้ง 18 คน คิดว่า 1 ตารางเมตรเท่ากับ 100 ตารางเซนติเมตรเพราะ 1 เมตร เท่ากับ 100 เซนติเมตร ทดสอบหลังเรียน พบว่า -นักศึกษาคูทั้ง 18 คน ที่เคยมีภาพลักษณ์ มโนทัศน์คลาดเคลื่อนจากการทดสอบก่อนเรียนเมื่อ ทดสอบหลังเรียนพบว่าไม่มีภาพลักษณ์มโนทัศน์ คลาดเคลื่อน เมื่อสัมภาษณ์ประกอบพบว่า นักศึกษาคูมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง การเปลี่ยนหน่วยของพื้นที่	18	-

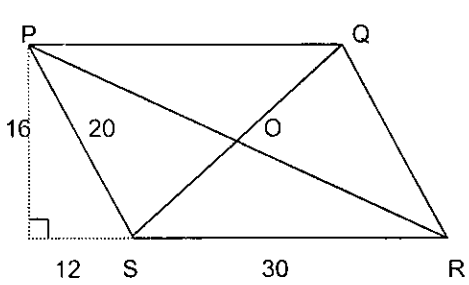
ตาราง 38 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มีภาพ ลักษณะที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
2	27	กำหนด h แทนส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยม ข้อใดแทนส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน <u>ไม่ถูกต้อง</u> ก.  ข.  ค.  ง.  จ.  การทดสอบก่อนเรียน พบว่า - นักศึกษาครูบางคนคิดว่าข้อ ค ไม่ถูกต้องเพราะไม่เคยเห็นส่วนสูงที่อยู่นอกรูปสี่เหลี่ยม และคิดว่าส่วนสูงของรูปอยู่ภายในรูปสี่เหลี่ยมเท่านั้น - นักศึกษาครูบางคนตอบข้อ จ โดยคิดว่า h เป็นด้านของรูปสี่เหลี่ยม ไม่ใช่ส่วนสูง การทดสอบหลังเรียน พบว่า นักศึกษาคูที่เคยมีภาพลักษณะที่คลาดเคลื่อน 8 คน มีอยู่เพียงคนเดียวที่ยังเข้าใจคลาดเคลื่อนอยู่ แต่เมื่อผู้วิจัยใช้คำถามนำในการสัมภาษณ์นักศึกษาคูคนนี้ยอมรับว่ามีความเข้าใจเรื่องส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมค้างหมอยู่แล้ว จากที่เคยเข้าใจคลาดเคลื่อนมาก่อน	8	1

ตาราง 38 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
4	31	หนึ่งตารางเมตรเป็นกี่ตารางเซนติเมตร ก. 10 ข. 100 ค. 10,000 ง. 100,000 จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง ทดสอบก่อนเรียน พบว่า - นักศึกษาครูทั้ง 7 คน คิดว่า 1 ตารางเมตรเท่ากับ 100 ตารางเซนติเมตร เพราะว่า 1 เมตรเท่ากับ 1 เซนติเมตร ทดสอบหลังเรียน พบว่า - นักศึกษาครูทั้ง 7 คน มีความเข้าใจว่า 1 ตารางเมตรเท่ากับ 10,000 ตารางเซนติเมตร โดยใช้การวาดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 1×1 ตารางเมตร แล้วเปลี่ยนหน่วย 1 เมตร เป็น 1 เมตร = 100 เซนติเมตร ดังรูป 1 ม. = 100 ซม. 1 ม. = 100 ซม.  ดังนั้น พื้นที่ 1 ตารางเมตร = $100 \times 100 = 10,000$ ตารางเซนติเมตร	7	-

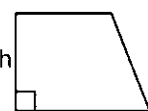
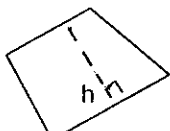
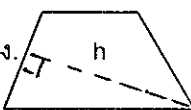
ตาราง 38 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
5	28	พิจารณารูปสี่เหลี่ยมสลับด้านขนาน PQRS ดังรูป จะได้ ว่ารูปสามเหลี่ยม SQR มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย  ก. 200 ข. 240 ค. 300 ง. 320 จ. 600 ทดสอบก่อนเรียน พบว่า - นักศึกษาครูบางคน(5 คน) คิดว่า 20 เป็นความยาวของ ส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมSQR - นักศึกษาครูบางคนไม่สามารถหาพื้นที่ได้เพราะไม่รู้ความ สูงของรูปสามเหลี่ยม ทดสอบหลังเรียน พบว่า - นักศึกษาครูทุกคนที่เคยมีความคลาดเคลื่อนสามารถหาพื้นที่ ของรูปสามเหลี่ยม SQR ได้ถูกต้อง เพราะเข้าใจเรื่องส่วนสูง ของรูปสามเหลี่ยมมุมป้านซึ่งอาจจะมีส่วนสูงอยู่นอกรูปก็ได้	7	-

ตาราง 38 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
6	33	จากรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน EVOL ข้อใดเป็นฐานและความสูงของรูป □ EVOL ก. $\overline{LO}$, 2 ข. $\overline{LE}$, 4 ค. $\overline{LO}$, 4 ง. $\overline{EV}$, 2 จ. $\overline{VO}$, 2	7	-
		ทดสอบก่อนเรียน พบว่า - นักศึกษาครูบางคนไม่สามารถหาฐานและความสูงของรูปสี่เหลี่ยมรูปนี้ได้ ทดสอบหลังเรียน พบว่า - นักศึกษาครูสามารถหาฐานและส่วนสูงที่สมนัยกันได้ถูกต้อง		

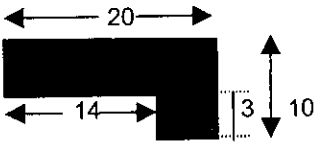
ตาราง 38 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
7	30	กำหนด h แทนส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยม ข้อใดแสดงส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูได้<u>ไม่ถูกต้อง</u> ก.  ข.  ค.  ง.  จ.  ทดสอบก่อนเรียน พบว่า - นักศึกษาครูบางคน(5คน) เข้าใจผิดว่าส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู คือ เส้นที่ลากตั้งฉากกับฐาน แต่ไม่เข้าใจว่าด้านใดเรียกว่าฐาน ทดสอบหลังเรียน พบว่า - นักศึกษาครูทั้ง 5 คน สามารถหาส่วนสูงและให้บทนิยามส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูได้ถูกต้อง	5	-

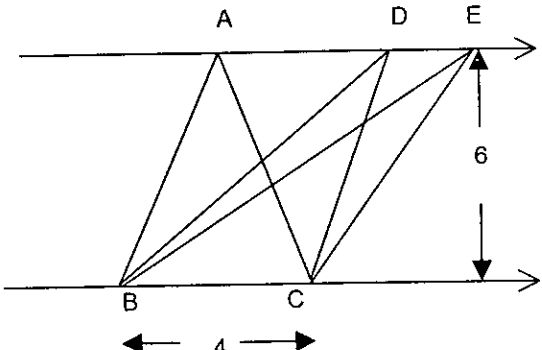
ตาราง 38 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาคูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
8	23	23. ถ้ากำหนดให้ รูป  หนึ่งรูปแทน 1 ตารางหน่วย แล้ว รูปที่กำหนดให้มีพื้นที่ที่ตารางหน่วย  ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 6 จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง ทดสอบก่อนเรียนพบว่า - นักศึกษาคูบางคน(3 คน) มีความเข้าใจผิดว่าพื้นที่หมายถึงจำนวนของรูปสี่เหลี่ยมขนาดต่าง ๆ ทุกรูป จึงใช้การนับรูป แต่พบว่าไม่มีคำตอบจึงเลือกตอบข้อ จ - บางคนไม่เข้าใจว่าพื้นที่หมายถึงอะไร(2 คน) ทดสอบหลังเรียน พบว่า - นักศึกษาคูมีความเข้าใจความหมายและหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้อง โดยใช้สูตรหรือนับจากตาราง โดยไม่นับจำนวนรูปสี่เหลี่ยมที่มีทั้งหมด	5	-

ตาราง 38 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาครูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
9	32	จากรูปหลายเหลี่ยมที่กำหนดให้ ส่วนที่แรเงามีพื้นที่กี่ตารางหน่วย  ก. 30 ข. 42 ค. 140 ง. 200 จ. 158 ทดสอบก่อนเรียน พบว่า - นักศึกษาครูบางคนหาพื้นที่ไม่ได้เพราะมองไม่ออกว่ารูปที่กำหนดให้สามารถทำให้เป็นรูปชนิดใดและจะหาพื้นที่ได้อย่างไร - นักศึกษาครูสามารถหาพื้นที่ของรูปได้ด้วยการทำให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากหลาย ๆ รูปแล้วนำพื้นที่มารวมกัน โดยให้เหตุผลว่าวิธีนี้ง่ายกว่าวิธีอื่น - บางคนหาพื้นที่ของรูปใหญ่แล้วลบด้วยพื้นที่ของรูปที่ไม่ได้แรเงา จะได้พื้นที่ส่วนที่แรเงา ทดสอบหลังเรียน พบว่า - นักศึกษาครูสามารถหาพื้นที่ของส่วนที่แรเงาได้ถูกต้อง โดยใช้ความรู้เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	5	-

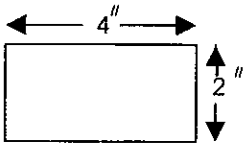
ตาราง 38 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษา.ที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
10	26	จากรูปพื้นที่รูปสามเหลี่ยม DBC เป็นกี่ตารางหน่วย  ก. 4 ข. 6 ค. 8 ง. 12 จ. 2 ทดสอบก่อนเรียน พบว่า - นักศึกษาครุบางคนหาพื้นที่ไม่ได้เพราะหาส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมไม่ได้ เมื่อผู้วิจัยแยกรูปแต่ละรูปออกจากกันแล้วถามหาส่วนสูงนักศึกษาคูหาได้ถูกต้อง แสดงว่าสาเหตุเกิดจากรูปมีความซับซ้อน ทดสอบหลังเรียน พบว่า - นักศึกษาครุสามารถหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม DBC ได้ บางคนใช้ดินสอสีหรือปากกาแดงลากไปตามด้านของรูปสามเหลี่ยม DBC เพื่อให้รูปเด่นชัดขึ้น บางคนแยกรูปสามเหลี่ยม DBC ออกมาจากรูปอื่น ๆ แล้วหาพื้นที่	3.	-

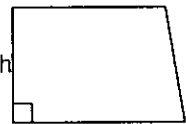
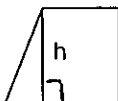
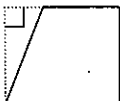
ตาราง 38 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
11	25	พื้นที่ส่วนที่แรเงาเป็นกี่ตารางหน่วย ถ้า ☐ หนึ่งรูปแทน 1 ตารางหน่วย  ก. 4.5 ข. 6 ค. 9 ง. 14 จ. ไม่มีข้อใดถูก ทดสอบก่อนเรียน พบว่า - นักศึกษามีความสับสนเพราะมองไม่ออกว่ารูปที่แรเงาเป็นรูปสามเหลี่ยม จึงหาพื้นที่ไม่ได้ บางคนเดาคำตอบ บางคนตอบข้อ จ ทดสอบหลังเรียน พบว่า - นักศึกษาครูทั้งสองคนสามารถหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้องโดยใช้สูตรไม่ใช้การนับตาราง	2	-

ตาราง 38 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาคูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
12	24	รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่กำหนดให้ มีพื้นที่กี่ตารางนิ้ว  ก. 2 ข. 4 ค. 6 ง. 8 จ. 12 ทดสอบก่อนเรียน พบว่า - นักศึกษาคู (1 คน) ตอบ ข้อ ค เพราะคิดว่าพื้นที่คือความยาวบวกกับความกว้าง - นักศึกษาคู (1 คน) ตอบข้อ จ เพราะคิดว่าพื้นที่คือเส้นรอบรูป ทดสอบหลังเรียน พบว่า - นักศึกษาคูทั้งสองคน เข้าใจความหมายของพื้นที่และเส้นรอบรูปและสามารถหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมได้ถูกต้อง	2	-

ตาราง 38 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อ	โจทย์	จำนวนนักศึกษาคูที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
13	34	กำหนด h แทนส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ข้อใด<u>ไม่ถูกต้อง</u> ก.  ข.  ค.  ง.  จ.  ทดสอบก่อนเรียน พบว่า - มีนักศึกษาคูคนหนึ่งไม่เข้าใจลักษณะเฉพาะของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู คิดว่าเหมือนรูปสี่เหลี่ยมอื่น ๆ คือเลือกด้านใดเป็นฐานก็ได้ ส่วนสูงคือเส้นที่ลากจากจุดยอดมุมที่อยู่ตรงข้ามกับฐานไปตั้งฉากกับฐาน ทดสอบหลังเรียน พบว่า - นักศึกษาคูคนนี้มีความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูถูกต้องและรู้ว่าด้านใดเป็นฐานและส่วนสูงจากรูปที่กำหนดให้	1	-

ตาราง 39 ผลการทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ของนักศึกษาครู

รหัส	คะแนน(70)	ร้อยละของคะแนน
01	56	80
02	55	79
03	54	77
04	64	91
05	56	80
06	63	90
07	65	93
08	64	91
09	64	91
10	65	93
11	57	81
12	59	84
13	61	87
14	61	87
15	58	83
16	57	81
17	56	80
18	59	84
19	56	80
20	61	87
21	60	86
22	59	84
23	65	93

ตาราง 40 ผลการทดสอบความรู้โรชาคณิในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครู

รหัส	การทดสอบก่อนเรียน		การทดสอบหลังเรียน	
	คะแนน(60)	ร้อยละของคะแนน	คะแนน(60)	ร้อยละของคะแนน
01	13	22	48	80
02	21	35	48	80
03	19	32	48	80
04	27	45	49	82
05	24	40	49	82
06	18	30	48	80
07	28	47	48	80
08	21	35	50	83
09	21	35	48	80
10	31	52	51	85
11	28	47	52	87
12	18	30	49	82
13	18	30	48	80
14	21	35	48	80
15	18	30	48	80
16	23	38	50	83
17	21	35	51	85
18	30	50	50	83
19	25	42	48	80
20	23	38	48	80
21	24	40	48	80
22	21	35	48	80
23	21	35	53	88

ตาราง 41 ผลการทดสอบความรู้เรื่องหลักสูตรและวิธีสอนเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ของนักศึกษาครู

รหัส	คะแนน(35)	ร้อยละของคะแนน
01	28	80
02	26	74
03	29	83
04	28	80
05	29	83
06	28	80
07	28	80
08	29	83
09	29	83
10	29	83
11	28	80
12	29	83
13	29	83
14	29	83
15	29	83
16	28	80
17	29	83
18	26	74
19	28	80
20	28	80
21	28	80
22	30	86
23	28	80

ผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครูและการดำเนินการสอน ของนักศึกษาครู

ตาราง 42 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของนักศึกษาครูกลุ่มที่ 1

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	จัดทำแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	4	4	4	4	0
2	เขียนจุดประสงค์ของการสอนได้ถูกต้องชัดเจนและเหมาะสม	4	4	3	3.666	0.577
3	เขียนความคิดรวบยอด/หลักการได้ชัดเจนและเหมาะสม	4	4	3	3.666	0.577
4	กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาในการสอนได้สอดคล้องกัน	4	4	3	3.666	0.577
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4	4	0
6	กำหนดสื่อการสอนได้สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา	4	4	4	4	0
7	จัดเตรียมสื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน	5	4	4	4.333	0.577
8	กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4	4	0
9	เตรียมเครื่องมือในการวัดผลระหว่างสอนและหลังสอน เช่น แบบฝึกหัด ใบงาน คำถาม การบ้าน และแบบทดสอบ เป็นต้น	4	4	4	4	0
10	จัดลำดับขั้นตอนในแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	5	4	4	4.333	0.577
11	ใช้ภาษาถูกต้อง อ่านง่าย และสื่อความหมายชัดเจน	5	4	4	4.333	0.577
12	ระบุเนื้อหาในการสอนชัดเจน	4	4	4	4	0
13	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	5	4	3	4	1
รวม		4.307	4	3.692	4	0.307

ตาราง 43 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของ
นักศึกษาครูกลุ่มที่ 2

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	จัดทำแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	5	4	4	4.333	0.577
2	เขียนจุดประสงค์ของการสอนได้ถูกต้องชัดเจนและเหมาะสม	5	4	4	4.333	0.577
3	เขียนความคิดรวบยอด/หลักการได้ชัดเจนและเหมาะสม	5	4	4	4.333	0.577
4	กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาในการสอนได้สอดคล้องกัน	5	4	4	4.333	0.577
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	4	4.333	0.577
6	กำหนดสื่อการสอนได้สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา	5	4	4	4.333	0.577
7	จัดเตรียมสื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน	4	4	3	3.666	0.577
8	กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4	4	0
9	เตรียมเครื่องมือในการวัดผลระหว่างสอนและหลังสอน เช่น แบบฝึกหัด ใบงาน คำถาม การบ้าน และแบบทดสอบ เป็นต้น	4	4	4	4	0
10	จัดลำดับขั้นตอนในแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	5	4	4	4.333	0.577
11	ใช้ภาษาถูกต้อง อ่านง่าย และสื่อความหมายชัดเจน	5	4	4	4.333	0.577
12	ระบุเนื้อหาในการสอนชัดเจน	4	4	4	4	0
13	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	4	4	3	3.666	0.577
รวม		4.615	4	3.846	4.153	0.407

ตาราง 44 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของ
นักศึกษาครูกลุ่มที่ 3

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	จัดทำแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	5	4	4	4.333	0.577
2	เขียนจุดประสงค์ของการสอนได้ถูกต้องชัดเจนและเหมาะสม	5	4	4	4.333	0.577
3	เขียนความคิดรวบยอด/หลักการได้ชัดเจนและเหมาะสม	4	4	5	4.333	0.577
4	กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาในการสอนได้สอดคล้องกัน	4	5	4	4.333	0.577
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	4	4.333	0.577
6	กำหนดสื่อการสอนได้สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา	4	4	4	4	0
7	จัดเตรียมสื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน	4	4	4	4	0
8	กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	3	4	4	1
9	เตรียมเครื่องมือในการวัดผลระหว่างสอนและหลังสอน เช่น แบบฝึกหัด ใบงาน คำถาม การบ้าน และแบบทดสอบ เป็นต้น	3	5	4	4	1
10	จัดลำดับขั้นตอนในแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	5	4	4	4.333	0.577
11	ใช้ภาษาถูกต้อง อ่านง่าย และสื่อความหมายชัดเจน	4	4	4	4	0
12	ระบุเนื้อหาในการสอนชัดเจน	4	4	5	4.333	0.577
13	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	5	4	4	4.333	0.577
รวม		4.384	4.076	4.153	4.205	0.160

ตาราง 45 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของ
นักศึกษาครูกลุ่มที่ 4

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	จัดทำแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.333	0.577
2	เขียนจุดประสงค์ของการสอนได้ถูกต้องชัดเจนและเหมาะสม	4	4	5	4.333	0.577
3	เขียนความคิดรวบยอด/หลักการได้ชัดเจนและเหมาะสม	4	4	5	4.333	0.577
4	กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาในการสอนได้สอดคล้องกัน	4	4	4	4	0
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4	4	0
6	กำหนดสื่อการสอนได้สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา	4	4	4	4	0
7	จัดเตรียมสื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน	3	4	4	3.666	0.577
8	กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	3	3.666	0.577
9	เตรียมเครื่องมือในการวัดผลระหว่างสอนและหลังสอน เช่น แบบฝึกหัด ใบงาน คำถาม การบ้าน และแบบทดสอบ เป็นต้น	4	4	5	4.333	0.577
10	จัดลำดับขั้นตอนในแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	5	3	4	4	1
11	ใช้ภาษาถูกต้อง อ่านง่าย และสื่อความหมายชัดเจน	3	4	4	3.666	0.577
12	ระบุเนื้อหาในการสอนชัดเจน	3	5	4	4	1
13	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	3	4	4	3.666	0.577
รวม		3.769	4.076	4.153	4	0.203

ตาราง 46 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของ
นักศึกษาครูกลุ่มที่ 5

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	จัดทำแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	4	4	4	4	0
2	เขียนจุดประสงค์ของการสอนได้ถูกต้องชัดเจนและเหมาะสม	4	4	3	3.666	0.577
3	เขียนความคิดรวบยอด/หลักการได้ชัดเจนและเหมาะสม	4	4	3	3.666	0.577
4	กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาในการสอนได้สอดคล้องกัน	4	4	5	4.333	0.577
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	5	4.666	0.577
6	กำหนดสื่อการสอนได้สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา	3	5	4	4	1
7	จัดเตรียมสื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน	5	4	4	4.333	0.577
8	กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4	5	4	4.333	0.577
9	เตรียมเครื่องมือในการวัดผลระหว่างสอนและหลังสอน เช่น	4	5	4	4.333	0.577
	แบบฝึกหัด ใบงาน คำถาม การบ้าน และแบบทดสอบ เป็นต้น					
10	จัดลำดับขั้นตอนในแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	3	4	4	3.666	0.577
11	ใช้ภาษาถูกต้อง อ่านง่าย และสื่อความหมายชัดเจน	3	4	3	3.333	0.577
12	ระบุเนื้อหาในการสอนชัดเจน	4	4	4	4	0
13	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	4	4	4	4	0
รวม		3.923	4.230	3.923	4.025	0.177

ตาราง 47 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของ
นักศึกษาครูกลุ่มที่ 6

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	จัดทำแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.333	0.577
2	เขียนจุดประสงค์ของการสอนได้ถูกต้องชัดเจนและเหมาะสม	4	4	5	4.333	0.577
3	เขียนความคิดรวบยอด/หลักการได้ชัดเจนและเหมาะสม	4	4	5	4.333	0.577
4	กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาในการสอนได้สอดคล้องกัน	4	4	5	4.333	0.577
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	4	4.333	0.577
6	กำหนดสื่อการสอนได้สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา	4	5	4	4.333	0.577
7	จัดเตรียมสื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน	4	4	4	4	0
8	กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์	3	4	4	3.666	0.577
9	เตรียมเครื่องมือในการวัดผลระหว่างสอนและหลังสอน เช่น แบบฝึกหัด ใบงาน คำถาม การบ้าน และแบบทดสอบ เป็นต้น	5	4	4	4.333	0.577
10	จัดลำดับขั้นตอนในแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	5	4	4	4.333	0.577
11	ใช้ภาษาถูกต้อง อ่านง่าย และสื่อความหมายชัดเจน	5	4	3	4	1
12	ระบุเนื้อหาในการสอนชัดเจน	4	3	3	3.333	0.577
13	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	4	4	3	3.666	0.577
	รวม	4.230	4.076	4	4.102	0.117

ตาราง 48 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของ
นักศึกษาครูกลุ่มที่ 7

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	จัดทำแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	4	4	5	4.333	0.577
2	เขียนจุดประสงค์ของการสอนได้ถูกต้องชัดเจนและเหมาะสม	4	4	4	4	0
3	เขียนความคิดรวบยอด/หลักการได้ชัดเจนและเหมาะสม	4	4	4	4	0
4	กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาในการสอนได้สอดคล้องกัน	4	4	5	4.333	0.577
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	3	4	1
6	กำหนดสื่อการสอนได้สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา	4	4	3	3.666	0.577
7	จัดเตรียมสื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน	5	4	4	4.333	0.577
8	กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4	5	3	4	1
9	เตรียมเครื่องมือในการวัดผลระหว่างสอนและหลังสอน เช่น แบบฝึกหัด ใบงาน คำถาม การบ้าน และแบบทดสอบ เป็นต้น	5	4	4	4.333	0.577
10	จัดลำดับขั้นตอนในแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	5	3	4	4	1
11	ใช้ภาษาถูกต้อง อ่านง่าย และสื่อความหมายชัดเจน	3	4	4	3.666	0.577
12	ระบุเนื้อหาในการสอนชัดเจน	4	4	5	4.333	0.577
13	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	4	4	3	3.666	0.577
รวม		4.230	4	3.923	4.051	0.160

ตาราง 49 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของ
นักศึกษาครูกลุ่มที่ 8

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	จัดทำแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	4	4	4	4	0
2	เขียนจุดประสงค์ของการสอนได้ถูกต้องชัดเจนและเหมาะสม	4	4	5	4.333	0.577
3	เขียนความคิดรวบยอด/หลักการได้ชัดเจนและเหมาะสม	4	4	4	4	0
4	กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาในการสอนได้สอดคล้องกัน	4	4	4	4	0
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	5	4.333	0.577
6	กำหนดสื่อการสอนได้สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา	4	4	3	3.666	0.577
7	จัดเตรียมสื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน	4	4	4	4	0
8	กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4	4	0
9	เตรียมเครื่องมือในการวัดผลระหว่างสอนและหลังสอน เช่น แบบฝึกหัด ใบงาน คำถาม การบ้าน และแบบทดสอบ เป็นต้น	4	4	4	4	0
10	จัดลำดับขั้นตอนในแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	4	4	4	4	0
11	ใช้ภาษาถูกต้อง อ่านง่าย และสื่อความหมายชัดเจน	4	4	4	4	0
12	ระบุเนื้อหาในการสอนชัดเจน	4	5	4	4.333	0.577
13	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	4	4	4	4	0
รวม		4	4.076	4.076	4.051	0.044

ตาราง 50 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของ
นักศึกษาครูกลุ่มที่ 9

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	จัดทำแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.333	0.577
2	เขียนจุดประสงค์ของการสอนได้ถูกต้องชัดเจนและเหมาะสม	4	5	5	4.666	0.577
3	เขียนความคิดรวบยอด/หลักการได้ชัดเจนและเหมาะสม	4	4	5	4.333	0.577
4	กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาในการสอนได้สอดคล้องกัน	4	4	5	4.333	0.577
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	4	4.333	0.577
6	กำหนดสื่อการสอนได้สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา	5	4	3	4	1
7	จัดเตรียมสื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน	4	3	4	3.666	0.577
8	กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4	4	0
9	เตรียมเครื่องมือในการวัดผลระหว่างสอนและหลังสอน เช่น แบบฝึกหัด ใบงาน คำถาม การบ้าน และแบบทดสอบ เป็นต้น	5	4	4	4.333	0.577
10	จัดลำดับขั้นตอนในแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	5	5	4	4.666	0.577
11	ใช้ภาษาถูกต้อง อ่านง่าย และสื่อความหมายชัดเจน	3	4	4	3.666	0.577
12	ระบุเนื้อหาในการสอนชัดเจน	5	4	3	4	1
13	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	4	4	3	3.666	0.577
รวม		4.307	4.153	4	4.153	0.153

ตาราง 51 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของ
นักศึกษาครูกลุ่มที่ 10

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	จัดทำแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	4	4	4	4	0
2	เขียนจุดประสงค์ของการสอนได้ถูกต้องชัดเจนและเหมาะสม	4	4	4	4	0
3	เขียนความคิดรวบยอด/หลักการได้ชัดเจนและเหมาะสม	4	4	3	3.666	0.577
4	กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาในการสอนได้สอดคล้องกัน	4	4	3	3.666	0.577
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4	4	0
6	กำหนดสื่อการสอนได้สอดคล้องกับกิจกรรมและเนื้อหา	4	3	4	3.666	0.577
7	จัดเตรียมสื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับบทเรียนและผู้เรียน	3	4	4	3.666	0.577
8	กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4	4	0
9	เตรียมเครื่องมือในการวัดผลระหว่างสอนและหลังสอน เช่น แบบฝึกหัด ใบงาน คำถาม การบ้าน และแบบทดสอบ เป็นต้น	5	4	4	4.333	0.577
10	จัดลำดับขั้นตอนในแผนการสอนได้ถูกต้องและเหมาะสม	5	4	4	4.333	0.577
11	ใช้ภาษาถูกต้อง อ่านง่าย และสื่อความหมายชัดเจน	3	4	4	3.666	0.577
12	ระบุเนื้อหาในการสอนชัดเจน	5	4	5	4.666	0.577
13	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	5	4	4	4.333	0.577
รวม		4.153	3.923	3.923	4	0.133

ตาราง 52 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนของ
นักศึกษาครูทุกกลุ่ม

ข้อ	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		กลุ่มที่ 3		กลุ่มที่ 4		กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6		กลุ่มที่ 7		กลุ่มที่ 8		กลุ่มที่ 9		กลุ่มที่ 10	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	4	0	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0	4.33	0.58	4	0
2	3.67	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	4.33	0.58	4	0	4.33	0.58	4.67	0.58	4	0
3	3.67	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	4.33	0.58	4	0	4	0	4.33	0.58	3.67	0.58
4	3.67	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0	4.33	0.58	3.67	0.58
5	4	0	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0	4.67	0.58	4.33	0.58	4	1	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0
6	4	0	4.33	0.58	4	0	4	0	4	1	4.33	0.58	3.67	0.58	3.67	0.58	4	1	3.67	0.58
7	4.33	0.58	3.67	0.58	4	0	3.67	0.58	4.33	0.58	4	0	4.33	0.58	4	0	3.67	0.58	3.67	0.58
8	4	0	4	0	4	1	3.67	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	4	1	4	0	4	0	4	0
9	4	0	4	0	4	1	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0	4.33	0.58	4.33	0.58
10	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4	1	3.67	0.58	4.33	0.58	4	1	4	0	4.67	0.58	4.33	0.58
11	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0	3.67	0.58	3.33	0.58	4	1	3.67	0.58	4	0	3.67	0.58	3.67	0.58
12	4	0	4	0	4.33	0.58	4	1	4	0	3.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4	1	4.67	0.58
13	4	1	3.67	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	4	0	3.67	0.58	3.67	0.58	4	0	3.67	0.58	4.33	0.58
รวม	4	0.31	4.15	0.41	4.21	0.16	4	0.20	4.03	0.18	4.10	0.12	4.05	0.16	4.05	0.04	4.15	0.15	4	0.13

ตาราง 53 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอนกลุ่มที่1

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	นำเข้าสู่บทเรียนได้กระชับ รัดกุม และเหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4.333	0.577
2	นำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5	4	4	4.333	0.577
3	นำเข้าสู่บทเรียนได้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	5	4	4	4.333	0.577
4	จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนได้อย่างมีขั้นตอน	5	4	3	4	1
5	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	4	4	3	3.666	0.577
6	ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4	4	3	3.666	0.577
7	ให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน	4	4	3	3.666	0.577
8	จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเหมาะสมกับเวลา	4	4	4	4	0
9	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนเหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4.333	0.577
10	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนนำไปสรุปบทเรียนได้	5	4	4	4.333	0.577
11	ใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา	4	4	4	4	0
12	ให้ความสนใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง	4	4	4	4	0
13	ยกตัวอย่างประกอบได้ตรงกับเนื้อหา	4	3	3	3.333	0.577
14	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	4	4	3	3.666	0.577
15	นำความรู้มาประยุกต์ในการสอนได้เหมาะสม	4	4	4	4	0
16	ตอบข้อสงสัย/ข้อซักถามของนักเรียนได้ดี	4	4	4	4	0
17	มีการสรุปบทเรียนในการสอน	4	4	3	3.666	0.577
18	สรุปบทเรียนได้กระชับและใช้วิธีที่เหมาะสม	4	4	3	3.666	0.577
19	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน	4	4	4	4	0
20	ดำเนินการสอนตามแผนการสอน	4	4	4	4	0
21	มีการวัดผลระหว่างการสอนเป็นระยะ	4	4	4	4	0
22	มีการวัดผลหลังการสอน	5	4	4	4.333	0.577
23	วัดผลได้สอดคล้องกับบทเรียน	5	4	4	4.333	0.577
24	ใช้เวลาในการวัดผลได้เหมาะสม	5	4	4	4.333	0.577
25	วัดผลได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์	5	4	4	4.333	0.577
รวม		4.4	3.96	3.68	4.013	0.362

ตาราง 54 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน กลุ่มที่ 2

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	นำเข้าสู่บทเรียนได้กระชับ รัดกุม และเหมาะสมกับเวลา	5	4	3	4	1
2	นำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4	3	5	4	1
3	นำเข้าสู่บทเรียนได้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	4	5	4	4.333	0.577
4	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีขั้นตอน	4	4	4	4	0
5	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	4	4	4	4	0
6	ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4	4	4	4	0
7	ให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน	4	4	4	4	0
8	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา	4	3	3	3.333	0.577
9	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนเหมาะสมกับเวลา	4	4	4	4	0
10	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนนำไปสรุปบทเรียนได้	4	4	4	4	0
11	ใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา	4	3	4	3.666	0.577
12	ให้ความสนใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง	4	4	4	4	0
13	ยกตัวอย่างประกอบได้ตรงกับเนื้อหา	4	4	4	4	0
14	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	4	4	4	4	0
15	นำความรู้มาประยุกต์ในการสอนได้เหมาะสม	4	3	3	3.333	0.577
16	ตอบข้อสงสัย/ข้อซักถามของนักเรียนได้ดี	3	4	3	3.333	0.577
17	มีการสรุปบทเรียนในการสอน	3	3	4	3.333	0.577
18	สรุปบทเรียนได้กระชับและใช้วิธีที่เหมาะสม	4	5	4	4.333	0.577
19	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน	4	4	5	4.333	0.577
20	ดำเนินการสอนตามแผนการสอน	4	4	5	4.333	0.577
21	มีการวัดผลระหว่างการสอนเป็นระยะ	5	4	4	4.333	0.577
22	มีการวัดผลหลังการสอน	4	5	4	4.333	0.577
23	วัดผลได้สอดคล้องกับบทเรียน	4	4	5	4.333	0.577
24	ใช้เวลาในการวัดผลได้เหมาะสม	4	5	4	4.333	0.577
25	วัดผลได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์	5	4	4	4.333	0.577
รวม		4.04	3.96	4	4	0.04

ตาราง 55 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอนกลุ่มที่ 3

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	นำเข้าสู่บทเรียนได้กระชับ รัดกุม และเหมาะสมกับเวลา	4	4	5	4.333	0.577
2	นำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5	4	4	4.333	0.577
3	นำเข้าสู่บทเรียนได้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	5	4	4	4.333	0.577
4	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีขั้นตอน	4	5	5	4.666	0.577
5	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	5	4	4	4.333	0.577
6	ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4	5	4	4.333	0.577
7	ให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน	4	4	3	3.666	0.577
8	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา	4	4	4	4	0
9	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนเหมาะสมกับเวลา	4	4	4	4	0
10	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนนำไปสรุปบทเรียนได้	5	4	5	4.666	0.577
11	ใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา	5	4	4	4.333	0.577
12	ให้ความสนใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง	4	5	4	4.333	0.577
13	ยกตัวอย่างประกอบได้ตรงกับเนื้อหา	4	5	4	4.333	0.577
14	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	4	5	5	4.666	0.577
15	นำความรู้มาประยุกต์ในการสอนได้เหมาะสม	5	4	4	4.333	0.577
16	ตอบข้อสงสัย/ข้อซักถามของนักเรียนได้ดี	4	4	4	4	0
17	มีการสรุปบทเรียนในการสอน	4	4	4	4	0
18	สรุปบทเรียนได้กระชับและใช้วิธีที่เหมาะสม	4	4	4	4	0
19	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน	4	4	3	3.666	0.577
20	ดำเนินการสอนตามแผนการสอน	5	4	5	4.666	0.577
21	มีการวัดผลระหว่างการสอนเป็นระยะ	4	4	4	4	0
22	มีการวัดผลหลังการสอน	4	4	4	4	0
23	วัดผลได้สอดคล้องกับบทเรียน	4	5	4	4.333	0.577
24	ใช้เวลาในการวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	4	0
25	วัดผลได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์	4	4	5	4.333	0.577
รวม		4.28	4.24	4.16	4.226	0.061

ตาราง 56 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน กลุ่มที่ 4

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	นำเข้าสู่บทเรียนได้กระชับ รัดกุม และเหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4.333	0.577
2	นำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4	5	4	4.333	0.577
3	นำเข้าสู่บทเรียนได้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	5	4	4	4.333	0.577
4	จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนได้อย่างมีขั้นตอน	3	4	5	4	1
5	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	5	3	4	4	1
6	ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4	4	4	4	0
7	ให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน	4	4	4	4	0
8	จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเหมาะสมกับเวลา	4	4	4	4	0
9	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนเหมาะสมกับเวลา	4	4	3	3.666	0.577
10	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนนำไปสรุปบทเรียนได้	4	4	4	4	0
11	ใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา	4	3	4	3.666	0.577
12	ให้ความสนใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง	3	4	4	3.666	0.577
13	ยกตัวอย่างประกอบได้ตรงกับเนื้อหา	4	4	3	3.666	0.577
14	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	3	4	4	3.666	0.577
15	นำความรู้มาประยุกต์ในการสอนได้เหมาะสม	4	4	5	4.333	0.577
16	ตอบข้อสงสัย/ข้อซักถามของนักเรียนได้ดี	5	4	3	4	1
17	มีการสรุปบทเรียนในการสอน	4	5	3	4	1
18	สรุปบทเรียนได้กระชับและใช้วิธีที่เหมาะสม	3	5	4	4	1
19	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน	5	3	4	4	1
20	ดำเนินการสอนตามแผนการสอน	5	4	4	4.333	0.577
21	มีการวัดผลระหว่างการสอนเป็นระยะ	4	4	5	4.333	0.577
22	มีการวัดผลหลังการสอน	4	4	4	4	0
23	วัดผลได้สอดคล้องกับบทเรียน	4	4	4	4	0
24	ใช้เวลาในการวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	4	0
25	วัดผลได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์	4	4	4	4	0
รวม		4.08	4	3.96	4.013	0.061

ตาราง 57 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน กลุ่มที่ 5

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	นำเข้าสู่บทเรียนได้กระชับ รัดกุม และเหมาะสมกับเวลา	5	3	4	4	1
2	นำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4	3	5	4	1
3	นำเข้าสู่บทเรียนได้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	4	4	5	4.333	0.577
4	จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนได้อย่างมีขั้นตอน	4	5	4	4.333	0.577
5	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	5	3	4	4	1
6	ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4	4	5	4.333	0.577
7	ให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน	4	4	3	3.666	0.577
8	จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเหมาะสมกับเวลา	3	3	4	3.333	0.577
9	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนเหมาะสมกับเวลา	5	3	4	4	1
10	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนนำไปสรุปบทเรียนได้	4	3	4	3.666	0.577
11	ใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา	4	5	4	4.333	0.577
12	ให้ความสนใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง	4	4	4	4	0
13	ยกตัวอย่างประกอบได้ตรงกับเนื้อหา	5	3	3	3.666	1.154
14	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	3	5	4	4	1
15	นำความรู้มาประยุกต์ในการสอนได้เหมาะสม	4	4	3	3.666	0.577
16	ตอบข้อสงสัย/ข้อซักถามของนักเรียนได้ดี	3	4	4	3.666	0.577
17	มีการสรุปบทเรียนในการสอน	3	4	4	3.666	0.577
18	สรุปบทเรียนได้กระชับและใช้วิธีที่เหมาะสม	3	4	3	3.333	0.577
19	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน	5	4	3	4	1
20	ดำเนินการสอนตามแผนการสอน	3	5	5	4.333	1.154
21	มีการวัดผลระหว่างการสอนเป็นระยะ	5	3	5	4.333	1.154
22	มีการวัดผลหลังการสอน	5	5	4	4.666	0.577
23	วัดผลได้สอดคล้องกับบทเรียน	5	5	4	4.666	0.577
24	ใช้เวลาในการวัดผลได้เหมาะสม	3	5	4	4	1
25	วัดผลได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์	4	5	4	4.333	0.577
รวม		4.04	4	4	4.013	0.023

ตาราง 58 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน กลุ่มที่ 6

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	นำเข้าสู่บทเรียนได้กระชับ รัดกุม และเหมาะสมกับเวลา	4	5	4	4.333	0.577
2	นำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5	4	4	4.333	0.577
3	นำเข้าสู่บทเรียนได้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	4	5	4	4.333	0.577
4	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีขั้นตอน	4	4	4	4	0
5	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	4	4	4	4	0
6	ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4	4	4	4	0
7	ให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน	3	3	4	3.333	0.577
8	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา	4	3	4	3.666	0.577
9	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนเหมาะสมกับเวลา	4	4	5	4.333	0.577
10	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนนำไปสรุปบทเรียนได้	4	4	5	4.333	0.577
11	ใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา	4	5	4	4.333	0.577
12	ให้ความสนใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง	5	4	3	4	1
13	ยกตัวอย่างประกอบได้ตรงกับเนื้อหา	5	4	4	4.333	0.577
14	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	4	4	5	4.333	0.577
15	นำความรู้มาประยุกต์ในการสอนได้เหมาะสม	4	4	4	4	0
16	ตอบข้อสงสัย/ข้อซักถามของนักเรียนได้ดี	3	4	4	3.666	0.577
17	มีการสรุปบทเรียนในการสอน	4	3	4	3.666	0.577
18	สรุปบทเรียนได้กระชับและใช้วิธีที่เหมาะสม	3	4	4	3.666	0.577
19	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน	4	4	3	3.666	0.577
20	ดำเนินการสอนตามแผนการสอน	4	4	4	4	0
21	มีการวัดผลระหว่างการสอนเป็นระยะ	4	4	4	4	0
22	มีการวัดผลหลังการสอน	4	4	4	4	0
23	วัดผลได้สอดคล้องกับบทเรียน	4	4	4	4	0
24	ใช้เวลาในการวัดผลได้เหมาะสม	3	4	4	3.666	0.577
25	วัดผลได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์	4	4	4	4	0
รวม		3.96	4	4.04	4	0.04

ตาราง 59 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน กลุ่มที่ 8

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	นำเข้าสู่บทเรียนได้กระชับ รัดกุม และเหมาะสมกับเวลา	5	3	5	4.333	1.154
2	นำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	3	5	5	4.333	1.154
3	นำเข้าสู่บทเรียนได้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	5	5	3	4.333	1.154
4	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีขั้นตอน	4	4	4	4	0
5	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	4	4	4	4	0
6	ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4	4	4	4	0
7	ให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน	4	4	3	3.666	0.577
8	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา	4	3	4	3.666	0.577
9	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนเหมาะสมกับเวลา	3	4	4	3.666	0.577
10	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนนำไปสรุปบทเรียนได้	4	4	4	4	0
11	ใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา	4	3	4	3.666	0.577
12	ให้ความสนใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง	5	4	3	4	1
13	ยกตัวอย่างประกอบได้ตรงกับเนื้อหา	4	3	5	4	1
14	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	3	5	3	3.666	1.154
15	นำความรู้มาประยุกต์ในการสอนได้เหมาะสม	5	3	3	3.666	1.154
16	ตอบข้อสงสัย/ข้อซักถามของนักเรียนได้ดี	3	5	3	3.666	1.154
17	มีการสรุปบทเรียนในการสอน	5	3	4	4	1
18	สรุปบทเรียนได้กระชับและใช้วิธีที่เหมาะสม	4	5	3	4	1
19	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน	5	4	4	4.333	0.577
20	ดำเนินการสอนตามแผนการสอน	4	4	5	4.333	0.577
21	มีการวัดผลระหว่างการสอนเป็นระยะ	5	4	4	4.333	0.577
22	มีการวัดผลหลังการสอน	5	4	4	4.333	0.577
23	วัดผลได้สอดคล้องกับบทเรียน	4	5	4	4.333	0.577
24	ใช้เวลาในการวัดผลได้เหมาะสม	4	5	4	4.333	0.577
25	วัดผลได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์	4	4	5	4.333	0.577
รวม		4.125	4.083	3.875	4.028	0.134

ตาราง 60 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน กลุ่มที่ 8

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	นำเข้าสู่บทเรียนได้กระชับ รัดกุม และเหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4.333	0.577
2	นำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4	4	5	4.333	0.577
3	นำเข้าสู่บทเรียนได้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	3	5	4	4	1
4	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีขั้นตอน	4	3	5	4	1
5	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	5	4	3	4	1
6	ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4	3	5	4	1
7	ให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน	4	4	4	4	0
8	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา	4	5	4	4.333	0.577
9	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนเหมาะสมกับเวลา	4	4	4	4	0
10	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนนำไปสรุปบทเรียนได้	4	4	4	4	0
11	ใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา	4	3	4	3.666	0.577
12	ให้ความสนใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง	5	4	4	4.333	0.577
13	ยกตัวอย่างประกอบได้ตรงกับเนื้อหา	4	3	4	3.666	0.577
14	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	5	4	4	4.333	0.577
15	นำความรู้มาประยุกต์ในการสอนได้เหมาะสม	3	4	5	4	1
16	ตอบข้อสงสัย/ข้อซักถามของนักเรียนได้ดี	4	5	3	4	1
17	มีการสรุปบทเรียนในการสอน	4	5	4	4.333	0.577
18	สรุปบทเรียนได้กระชับและใช้วิธีที่เหมาะสม	5	4	4	4.333	0.577
19	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน	4	5	3	4	1
20	ดำเนินการสอนตามแผนการสอน	4	5	3	4	1
21	มีการวัดผลระหว่างการสอนเป็นระยะ	5	3	4	4	1
22	มีการวัดผลหลังการสอน	4	3	5	4	1
23	วัดผลได้สอดคล้องกับบทเรียน	5	4	4	4.333	0.577
24	ใช้เวลาในการวัดผลได้เหมาะสม	4	5	3	4	1
25	วัดผลได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์	4	4	5	4.333	0.577
รวม		4.2	4.04	4.04	4.093	0.092

ตาราง 61 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน กลุ่มที่ 9

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	นำเข้าสู่บทเรียนได้กระชับ รัดกุม และเหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4.333	0.577
2	นำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5	4	3	4	1
3	นำเข้าสู่บทเรียนได้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	4	4	5	4.333	0.577
4	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีขั้นตอน	5	4	4	4.333	0.577
5	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	5	4	5	4.666	0.577
6	ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	5	5	4	4.666	0.577
7	ให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน	5	4	5	4.666	0.577
8	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา	3	4	5	4	1
9	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนเหมาะสมกับเวลา	3	4	4	3.666	0.577
10	ลำดับการจัดกิจกรรมการสอนนำไปสรุปบทเรียนได้	5	3	4	4	1
11	ใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา	3	4	5	4	1
12	ให้ความสนใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง	4	4	4	4	0
13	ยกตัวอย่างประกอบได้ตรงกับเนื้อหา	4	3	4	3.666	0.577
14	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	4	4	3	3.666	0.577
15	นำความรู้มาประยุกต์ในการสอนได้เหมาะสม	3	3	4	3.333	0.577
16	ตอบข้อสงสัย/ข้อซักถามของนักเรียนได้ดี	4	4	5	4.333	0.577
17	มีการสรุปบทเรียนในการสอน	4	5	4	4.333	0.577
18	สรุปบทเรียนได้กระชับและใช้วิธีที่เหมาะสม	5	3	4	4	1
19	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน	3	4	4	3.666	0.577
20	ดำเนินการสอนตามแผนการสอน	4	4	3	3.666	0.577
21	มีการวัดผลระหว่างการสอนเป็นระยะ	4	5	3	4	1
22	มีการวัดผลหลังการสอน	3	4	5	4	1
23	วัดผลได้สอดคล้องกับบทเรียน	4	4	4	4	0
24	ใช้เวลาในการวัดผลได้เหมาะสม	3	4	4	3.666	0.577
25	วัดผลได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์	4	4	4	4	0
รวม		4.04	3.96	4.12	4.04	0.08

ตาราง 62 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอน กลุ่มที่ 10

ข้อ	ข้อความ	ผู้ประเมินคนที่			$\bar{x}$	S.D.
		1	2	3		
1	นำเข้าสู่บทเรียนได้กระชับ รัดกุม และเหมาะสมกับเวลา	4	4	5	4.333	0.577
2	นำเข้าสู่บทเรียนได้น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4	5	3	4	1
3	นำเข้าสู่บทเรียนได้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	4	5	4	4.333	0.577
4	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีขั้นตอน	4	4	4	4	0
5	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	4	0
6	ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4	4	4	4	0
7	ให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน	4	4	4	4	0
8	จัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4	4	4	4	0
9	ลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4	4	3	3.666	0.577
10	ลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นำไปสรุปบทเรียนได้	4	4	4	4	0
11	ใช้วิธีสอนเหมาะสมกับเนื้อหา	4	4	4	4	0
12	ให้ความสนใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง	4	4	5	4.333	0.577
13	ยกตัวอย่างประกอบได้ตรงกับเนื้อหา	4	4	4	4	0
14	นำผลการประเมินการสอนมาปรับปรุงในการเตรียมการสอน	4	5	4	4.333	0.577
15	นำความรู้มาประยุกต์ในการสอนได้เหมาะสม	4	4	3	3.666	0.577
16	ตอบข้อสงสัย/ข้อซักถามของนักเรียนได้ดี	4	4	4	4	0
17	มีการสรุปบทเรียนในการสอน	5	4	4	4.333	0.577
18	สรุปบทเรียนได้กระชับและใช้วิธีที่เหมาะสม	4	4	5	4.333	0.577
19	ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียน	5	4	3	4	1
20	ดำเนินการสอนตามแผนการสอน	5	4	4	4.333	0.577
21	มีการวัดผลระหว่างการสอนเป็นระยะ	4	4	4	4	0
22	มีการวัดผลหลังการสอน	4	4	5	4.333	0.577
23	วัดผลได้สอดคล้องกับบทเรียน	4	4	4	4	0
24	ใช้เวลาในการวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	4	0
25	วัดผลได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์	4	4	4	4	0
รวม		4.12	4.12	4	4.08	0.069

ตาราง 63 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความสามารถด้านการดำเนินการสอนของ
นักศึกษาคูครูทุกกลุ่ม

ข้อ	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		กลุ่มที่ 3		กลุ่มที่ 4		กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6		กลุ่มที่ 7		กลุ่มที่ 8		กลุ่มที่ 9		กลุ่มที่ 10	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	4.33	0.58	4	1	4.33	0.58	4.33	0.58	4	1	4.33	0.58	4.33	1.15	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58
2	4.33	0.58	4	1	4.33	0.58	4.33	0.58	4	1	4.33	0.58	4.33	1.15	4.33	0.58	4	1	4	1
3	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	1.15	4	1	4.33	0.58	4.33	0.58
4	4	1	4	0	4.67	0.58	4	1	4.33	0.58	4	0	4	0	4	1	4.33	0.58	4	0
5	3.67	0.58	4	0	4.33	0.58	4	1	4	1	4	0	4	0	4	1	4.67	0.58	4	0
6	3.67	0.58	4	0	4.33	0.58	4	0	4.33	0.58	4	0	4	0	4	1	4.67	0.58	4	0
7	3.67	0.58	4	0	3.67	0.58	4	0	3.67	0.58	3.33	0.58	3.67	0.58	4	0	4.67	0.58	4	0
8	4	0	3.33	0.58	4	0	4	0	3.33	0.58	3.67	0.58	3.67	0.58	4.33	0.58	4	1	4	0
9	4.33	0.58	4	0	4	0	3.67	0.58	4	1	4.33	0.58	3.67	0.58	4	0	3.67	0.58	3.67	0.58
10	4.33	0.58	4	0	4.67	0.58	4	0	3.67	0.58	4.33	0.58	4	0	4	0	4	1	4	0
11	4	0	3.67	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	3.67	0.58	4	1	4	0
12	4	0	4	0	4.33	0.58	3.67	0.58	4	0	4	1	4	1	4.33	0.58	4	0	4.33	0.58
13	3.33	0.58	4	0	4.33	0.58	3.67	0.58	3.67	1.15	4.33	0.58	4	1	3.67	0.58	3.67	0.58	4	0
14	3.67	0.58	4	0	4.67	0.58	3.67	0.58	4	1	4.33	0.58	3.67	1.15	4.33	0.58	3.67	0.58	4.33	0.58
15	4	0	3.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	3.67	0.58	4	0	3.67	1.15	4	1	3.33	0.58	3.67	0.58
16	4	0	3.33	0.58	4	0	4	1	3.67	0.58	3.67	0.58	3.67	1.15	4	1	4.33	0.58	4	0
17	3.67	0.58	3.33	0.58	4	0	4	1	3.67	0.58	3.67	0.58	4	1	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58
18	3.67	0.58	4.33	0.58	4	0	4	1	3.33	0.58	3.67	0.58	4	1	4.33	0.58	4	1	4.33	0.58
19	4	0	4.33	0.58	3.67	0.58	4	1	4	1	3.67	0.58	4.33	0.58	4	1	3.67	0.58	4	1
20	4	0	4.33	0.58	4.67	0.58	4.33	0.58	4.33	1.15	4	0	4.33	0.58	4	1	3.67	0.58	4.33	0.58
21	4	0	4.33	0.58	4	0	4.33	0.58	4.33	1.15	4	0	4.33	0.58	4	1	4	1	4	0
22	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0	4	0	4.67	0.58	4	0	4.33	0.58	4	1	4	1	4.33	0.58
23	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0	4.67	0.58	4	0	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0	4	0
24	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0	4	0	4	1	3.67	0.58	4.33	0.58	4	1	3.67	0.58	4	0
25	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0	4.33	0.58	4	0	4.33	0.58	4.33	0.58	4	0	4	0
รวม	4.01	0.36	4	0.04	4.23	0.06	4.01	0.06	4.01	0.02	4	0.04	4.03	0.13	4.09	0.09	4.04	0.08	4.08	0.07

ตาราง 64 คะแนน ร้อยละของคะแนน ความสามารถด้าน "การเตรียมการสอน" และ ด้าน"การดำเนินการสอน"
ของนักศึกษาครู รวมทุกกลุ่ม

กลุ่มที่	คะแนนความสามารถด้าน			
	การเตรียมการสอน		การดำเนินการสอน	
	$\bar{x}$ (5 คะแนน)	ร้อยละ	$\bar{x}$ (5 คะแนน)	ร้อยละ
1	4.000	80.06	4.01	80.20
2	4.153	83.06	4.00	80.00
3	4.250	84.06	4.23	84.60
4	4.000	80.06	4.01	80.20
5	4.025	80.50	4.01	80.20
6	4.102	82.04	4.00	80.00
7	4.051	82.04	4.03	80.60
8	4.051	81.02	4.04	80.80
9	4.153	83.06	4.08	81.60
10	4.000	80.00	4.08	81.60
รวม	4.070	81.37	4.08	81.60

ภาคผนวก ฅ

**ผลการทดสอบภาพลักษณ์ไมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
ในการทดลองภาคสนามของนักศึกษาครู**

ตาราง 65 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนวัดท่าซุด (เจริญศิลป์) อำเภอโคกพระ จังหวัดนครสวรรค์

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
001	7	28	15	60	โรงเรียน 1 กลุ่มที่ 1
002	9	36	16	64	
003	16	64	22	88	
004	14	56	21	84	
005	14	56	22	88	
006	14	56	20	80	
007	17	68	21	84	
008	14	56	20	80	
009	12	48	21	84	
010	9	36	17	68	
011	7	28	18	72	
012	7	28	23	92	
013	5	20	21	84	
014	9	36	22	88	
015	8	32	16	64	
016	7	28	20	80	
017	8	32	21	84	
018	9	36	20	80	

จากตารางจะได้นักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์โน้ตค้นร้อยละ 80 ขึ้นไปมีอยู่ 13 คน จาก 18 คน คิดเป็นร้อยละ 72.22 ของนักเรียนที่มีภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อน และนักเรียนทุกคนมีภาพลักษณ์โน้ตค้นที่คลาดเคลื่อนลดลง

ตาราง 66 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1
โรงเรียนวัดท่าทอง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	
001	16	64	18	72	โรงเรียน 2 กลุ่มที่ 2
002	2	8	21	84	
003	9	36	14	56	
004	13	52	14	56	
005	12	48	22	88	
006	12	48	15	60	
007	12	48	21	84	
008	10	40	19	76	
009	11	44	22	88	
010	11	44	21	84	
011	12	48	21	84	
012	15	60	21	84	
013	12	48	21	84	
014	14	56	21	84	
015	12	48	22	88	
016	7	28	24	96	
017	10	40	21	84	
018	14	56	20	80	

ตาราง 66 (ต่อ)

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	
019	9	36	13	52	โรงเรียน 2 กลุ่มที่ 2
020	8	32	14	56	
021	14	56	24	96	
022	14	56	21	84	
023	7	28	21	84	
024	13	52	21	84	
025	5	20	21	84	
026	14	56	21	84	

จากตารางจะได้นักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์โมโนทัศน์ร้อยละ 80 ขึ้นไปมีอยู่ 19 คน จาก 26 คน คิดเป็นร้อยละ 73.08 ของนักเรียนที่มีภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและนักเรียนทุกคนคนมีภาพลักษณ์โมโนทัศน์คลาดเคลื่อนลดลง

ตาราง 67 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2
โรงเรียนวัดท่าทอง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
001	9	36	20	80	โรงเรียน 2 กลุ่มที่ 3
002	11	44	22	88	
003	12	48	24	96	
004	14	56	23	92	
005	11	44	21	84	
006	14	56	24	96	
007	9	36	23	92	
008	9	36	22	88	
009	9	36	13	52	
010	10	40	20	80	
011	8	32	13	52	
012	10	40	21	84	
013	12	48	21	84	
014	9	36	21	84	
015	14	56	23	92	
016	9	36	24	96	
017	11	44	23	92	
018	10	40	23	92	
019	9	36	20	80	
020	14	56	23	92	
021	5	20	15	60	
022	9	36	21	84	

จากตารางจะได้นักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์โน้ตชนร้อยละ 80 ขึ้นไปมีอยู่ 19 คน จาก 22 คน คิดเป็นร้อยละ 86.36 ของนักเรียนที่มีภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนและนักเรียนทุกคนมีภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนลดลง

ตาราง 68 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1
โรงเรียนบ้านทุ่งนาวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี

รหัส	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
001	16	64	20	80	โรงเรียน 3 กลุ่มที่ 4
002	15	60	22	88	
003	12	48	21	84	
004	14	56	20	80	
005	11	44	22	88	
006	16	64	22	88	
007	16	64	21	84	
008	14	56	20	80	
009	18	72	20	80	
010	17	68	22	88	
011	14	56	21	84	
012	11	44	18	72	
013	12	48	21	84	
014	12	48	21	84	
015	13	52	22	88	
016	6	24	15	60	
017	19	76	20	80	
018	14	56	21	84	

ตาราง 68 (ต่อ)

รหัส	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
019	10	40	14	56	โรงเรียน 3 กลุ่มที่ 4
020	16	64	23	92	
021	7	28	15	60	
022	10	40	18	72	
023	15	60	20	80	
024	14	56	23	92	
025	11	44	21	84	
026	15	60	23	92	
027	11	44	20	80	
028	18	72	20	80	
029	13	52	14	56	
030	15	60	21	84	
031	10	40	20	80	
032	15	60	24	96	
033	6	24	14	56	

จากตารางจะได้นักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์โน้ตสนร้อยละ 80 ขึ้นไปมีอยู่ 26 คน จาก 33 คน คิดเป็นร้อยละ 78.79 ของนักเรียนที่มีภาพลักษณ์โน้ตสนที่คลาดเคลื่อนและนักเรียนทุกคนมีภาพลักษณ์โน้ตสนคลาดเคลื่อนลดลง

ตาราง 69 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตสโน้ตทางเรขาคณิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2
โรงเรียนบ้านทุ่งนาวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
001	14	56	20	80	โรงเรียน 3 กลุ่มที่ 5
002	20	80	22	88	
003	13	52	21	84	
004	17	68	23	92	
005	16	64	24	96	
006	7	28	15	60	
007	14	56	21	84	
008	17	68	21	84	
009	20	80	24	96	
010	10	40	21	84	
011	14	56	20	80	
012	16	64	21	84	
013	15	60	21	84	
014	19	76	23	92	
015	18	72	22	88	
016	18	72	22	88	
017	21	84	24	96	
018	16	64	21	84	

ตาราง 69 (ต่อ)

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
019	14	56	20	80	
020	16	64	21	84	
021	20	80	23	92	
022	12	48	21	84	
023	19	76	22	88	
024	18	72	20	80	
025	11	44	24	96	
026	18	72	23	92	
027	14	56	15	60	
028	16	64	22	88	
029	17	68	22	88	
030	16	64	22	88	
031	13	52	23	92	
032	14	56	22	88	
033	16	64	23	92	
034	19	76	22	88	
035	16	64	24	96	
036	17	68	20	80	
03	16	64	25	100	

จากตารางจะได้นักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์โน้ตศน์ร้อยละ 80 ขึ้นไปมีอยู่ 35 คน จาก 37 คน คิดเป็นร้อยละ 94.59 ของนักเรียนที่มีภาพลักษณ์โน้ตศน์ที่คลาดเคลื่อน นักเรียนจำนวน 36 คนมีภาพลักษณ์โน้ตศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลง และมีนักเรียนที่ไม่มีภาพลักษณ์โน้ตศน์ที่คลาดเคลื่อนเพียงคนเดียว

ตาราง 70 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3
โรงเรียนบ้านทุ่งนาวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
001	15	60	21	84	โรงเรียน 3 กลุ่มที่ 6
002	20	80	22	88	
003	13	52	21	84	
004	17	68	23	92	
005	16	64	24	96	
006	7	28	21	84	
007	14	56	20	80	
008	17	68	21	84	
009	20	80	24	96	
010	10	40	21	84	
011	14	56	20	80	
012	16	64	21	84	
013	15	60	21	84	
014	19	76	23	92	
015	18	72	22	88	
016	18	72	22	88	
017	21	84	24	96	
018	16	64	24	96	

ตาราง 70 (ต่อ)

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
019	14	56	20	80	โรงเรียน 3 กลุ่มที่ 6
020	16	64	21	84	
021	20	80	23	92	
022	12	48	24	96	
023	19	76	22	88	
024	18	72	20	80	
025	11	44	24	96	
026	18	72	23	92	
027	14	56	15	60	
028	16	64	22	88	
029	17	68	22	88	
030	16	64	22	88	
031	13	52	23	92	
032	14	56	22	88	
033	16	64	23	92	
034	19	76	22	88	
035	16	64	24	96	
036	17	68	20	80	
037	16	64	25	100	

จากตารางจะได้นักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์โมโนทัศน์ร้อยละ 80 ขึ้นไปมีอยู่ 35 คน จาก 37 คน คิดเป็นร้อยละ 94.59 ของนักเรียนที่มีภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและนักเรียน 36คน มีภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลงและมีนักเรียน 1 คนที่ไม่มีภาพลักษณ์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ตาราง 71 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2
โรงเรียนหนองฉางวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
001	20	80	21	84	โรงเรียน 4 กลุ่มที่ 7
002	20	80	24	96	
003	12	48	21	84	
004	18	72	23	92	
005	22	88	25	100	
006	17	68	21	84	
007	17	68	20	80	
008	17	68	20	80	
009	12	48	21	84	
010	13	52	20	80	
011	15	60	20	80	
012	19	76	21	84	
013	16	64	19	76	
014	16	64	23	92	
015	20	80	23	92	
016	19	76	20	80	
017	17	68	21	84	
018	16	64	22	88	

ตาราง 71 (ต่อ)

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
019	19	76	21	84	โรงเรียน 4 กลุ่มที่ 7
020	7	28	19	76	
021	16	64	24	96	
022	16	64	19	76	
023	19	76	20	80	
024	19	76	22	88	
025	15	60	21	84	
026	21	84	23	92	
027	16	64	15	60	
028	16	64	18	72	
029	23	92	23	92	
030	9	36	24	96	
031	14	56	20	80	
032	17	68	20	80	
033	13	52	24	96	
034	11	44	23	92	
035	22	88	21	84	
036	19	76	20	80	
037	17	68	23	92	

จากตารางจะได้นักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์นิเทศน์ร้อยละ 80 ขึ้นไปมีอยู่ 32 คน จาก 37 คน คิดเป็นร้อยละ 86.49 ของนักเรียนที่มีภาพลักษณ์นิเทศน์ที่คลาดเคลื่อนและนักเรียน 31 คนมีภาพลักษณ์นิเทศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลงและมีอยู่คนหนึ่งที่ไม่มีความภาพลักษณ์นิเทศน์ที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่เลย

ตาราง 72 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3
โรงเรียนหนองฉางวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
001	17	68	21	84	โรงเรียน 4 กลุ่มที่ 8
002	16	64	20	80	
003	20	80	21	84	
004	15	60	17	68	
005	19	76	19	76	
006	20	80	22	88	
007	14	56	21	84	
008	16	64	22	88	
009	17	68	21	84	
010	15	60	21	84	
011	15	60	21	84	
012	15	60	21	84	
013	15	60	21	84	
014	17	68	19	76	
015	20	80	20	80	
016	10	40	15	60	
017	15	60	21	84	
018	17	68	22	88	

ตาราง 72 (ต่อ)

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
019	17	68	22	88	โรงเรียน 4 กลุ่มที่ 8
020	19	76	19	76	
021	15	60	16	64	
022	15	60	21	84	
023	17	68	21	84	
024	18	72	24	96	
025	15	60	20	80	
026	16	64	21	84	
027	16	64	22	88	
028	11	44	22	88	
029	13	52	15	60	
030	17	68	22	88	
031	16	64	20	80	
032	15	60	20	80	
033	19	76	20	80	
034	19	76	20	80	
035	17	68	24	96	
036	16	64	21	84	
037	18	72	20	80	
038	16	64	20	80	

จากตารางจะได้นักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์นิเทศน์ร้อยละ 80 ขึ้นไปมีอยู่ 31 คน จาก 38 คน คิดเป็นร้อยละ 81.58 ของนักเรียนที่มีภาพลักษณ์นิเทศน์ที่คลาดเคลื่อนและนักเรียนทุกคนมีภาพลักษณ์นิเทศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลง

ตาราง 73 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/8
โรงเรียนหนองฉางวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
001	10	40	19	76	โรงเรียน 4 กลุ่มที่ 9
002	12	48	20	80	
003	18	72	24	96	
004	12	48	17	68	
005	6	24	18	72	
006	14	56	22	88	
007	12	48	18	72	
008	10	40	20	80	
009	12	48	23	92	
010	13	52	22	88	
011	7	28	15	60	
012	15	60	20	80	
013	9	36	20	80	
014	7	28	20	80	
015	13	52	23	92	
016	6	24	21	84	
017	16	64	23	92	
018	9	36	20	80	

ตาราง 73 (ต่อ)

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
019	17	68	21	84	โรงเรียน 4 กลุ่มที่ 9
020	15	60	22	88	
021	13	52	20	80	
022	11	44	20	80	
023	14	56	22	88	
024	12	48	21	84	
025	14	56	20	80	
026	13	52	23	92	
027	14	56	20	80	
028	14	56	20	80	
029	6	24	13	52	
030	12	48	23	92	
031	8	32	21	84	
032	8	32	14	56	
033	17	68	22	88	

จากตารางจะได้นักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์โน้ตส์ร้อยละ 80 ขึ้นไปมีอยู่ 26 คน จาก 33 คน คิดเป็นร้อยละ 78.79 ของนักเรียนที่มีภาพลักษณ์โน้ตส์ที่คลาดเคลื่อนและนักเรียนทุกคนมีภาพลักษณ์โน้ตส์ที่คลาดเคลื่อนลดลง

ตาราง 74 ผลการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตค้นทางเรขาคณิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2และ2/3 คละกัน
โรงเรียนหนองฉางวิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี

รหัส	คะแนนก่อนเรียน(25)		คะแนนหลังเรียน(25)		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
001	16	64	21	84	โรงเรียน 4 กลุ่มที่ 10
002	15	60	21	84	
003	13	52	24	96	
004	17	68	22	88	
005	19	76	21	84	
006	16	64	21	84	
007	14	56	20	80	
008	14	56	21	84	
009	16	64	22	88	
010	13	52	20	80	
011	16	64	21	84	
012	16	64	20	80	
013	15	60	21	84	
014	10	40	19	76	
015	20	80	24	96	
016	17	68	21	84	
017	19	76	23	92	
018	18	72	20	80	

ตาราง 74 (ต่อ)

รหัส	ทดสอบก่อนเรียน		ทดสอบหลังเรียน		หมายเหตุ
	คะแนน(25)	ร้อยละ	คะแนน(25)	ร้อยละ	
019	21	84	22	88	โรงเรียน 4 กลุ่มที่ 10
020	15	60	20	80	
021	19	76	20	80	
022	15	60	17	68	
023	18	72	21	84	
024	16	64	20	80	
025	15	60	18	72	
026	18	72	19	76	
027	14	56	20	80	
028	20	80	21	84	
029	20	80	23	92	
030	21	84	22	88	
031	21	84	22	88	
032	17	68	20	80	

จากตารางจะได้นักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์โน้ตสนร้อยละ 80 ขึ้นไปมีอยู่ 28 คน จาก 32 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 ของนักเรียนที่มีภาพลักษณ์โน้ตสนที่คลาดเคลื่อนและนักเรียนทุกคนมีภาพลักษณ์โน้ตสนที่คลาดเคลื่อนลดลง

จากการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตหลังเรียน เรื่อง ความเท่ากันทุกประการและพื้นที่
ของนักเรียนสามารถสรุปจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป
ได้ดังตาราง 75

ตาราง 75 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปจากการทดสอบภาพลักษณ์โน้ตชนทาง
เรขาคณิตเรื่อง ความเท่ากันและพื้นที่

โรงเรียน กลุ่ม	จำนวนนักเรียนก่อนเรียนที่มี ภาพลักษณ์ที่คลาดเคลื่อน	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน หลังเรียนตั้งแต่ 80 % ของคะแนนเต็ม	ร้อยละของนักเรียนที่ได้ คะแนนหลังเรียนตั้งแต่ ตั้งแต่ 80 % ของคะแนนเต็ม
โรงเรียนที่ 1 กลุ่มที่ 1	18	13	72.22
โรงเรียนที่ 2 กลุ่มที่ 2	26	19	73.08
โรงเรียนที่ 2 กลุ่มที่ 3	22	19	86.36
โรงเรียนที่ 3 กลุ่มที่ 4	33	26	78.79
โรงเรียนที่ 3 กลุ่มที่ 5	37	35	94.59
โรงเรียนที่ 3 กลุ่มที่ 6	37	35	94.59
โรงเรียนที่ 4 กลุ่มที่ 7	37	32	86.49
โรงเรียนที่ 4 กลุ่มที่ 8	38	31	81.58
โรงเรียนที่ 4 กลุ่มที่ 9	33	26	78.79
โรงเรียนที่ 4 กลุ่มที่ 10	32	28	87.50
รวม	313	265	84.66

จากตาราง 75 สรุปได้ว่านักเรียนที่เคยมีภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนร้อยละ 80 หรือ
มากกว่ามีคะแนนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิตโดยเฉลี่ยทุกกลุ่มเท่ากับร้อยละ 84.66 นั่นคือยังคงมี
ภาพลักษณ์โน้ตชนที่คลาดเคลื่อนเหลืออยู่ร้อยละ 15.34

ภาคผนวก ญ

แผนการสอน รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทที่ 3 ความเท่ากันทุกประการ

บทที่ 6 พื้นที่

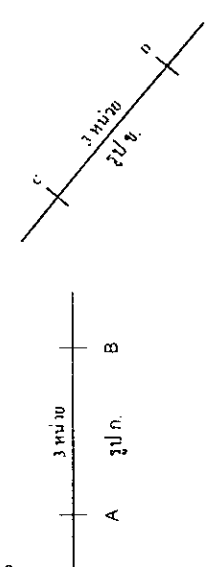
แผนการสอน รายวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 คณิตศาสตร์ 3
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

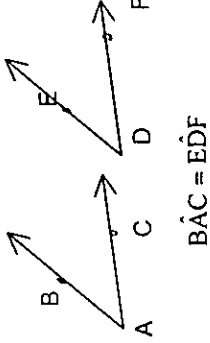
บทที่ 3 ความเท่ากันทุกประการ

- หน่วยที่ 1 เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ (1 คาบ)
- หน่วยที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมแบบ ด้าน-มุม-ด้าน (2 คาบ)
- หน่วยที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมแบบ มุม-ด้าน-มุม (1 คาบ)
- หน่วยที่ 4 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว (1 คาบ)
- หน่วยที่ 5 เรื่อง ความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมแบบ ด้าน-ด้าน-ด้าน (1 คาบ)
- หน่วยที่ 6 เรื่อง ทบทวนรูปสามเหลี่ยมและความเท่ากันทุกประการ (1 คาบ)

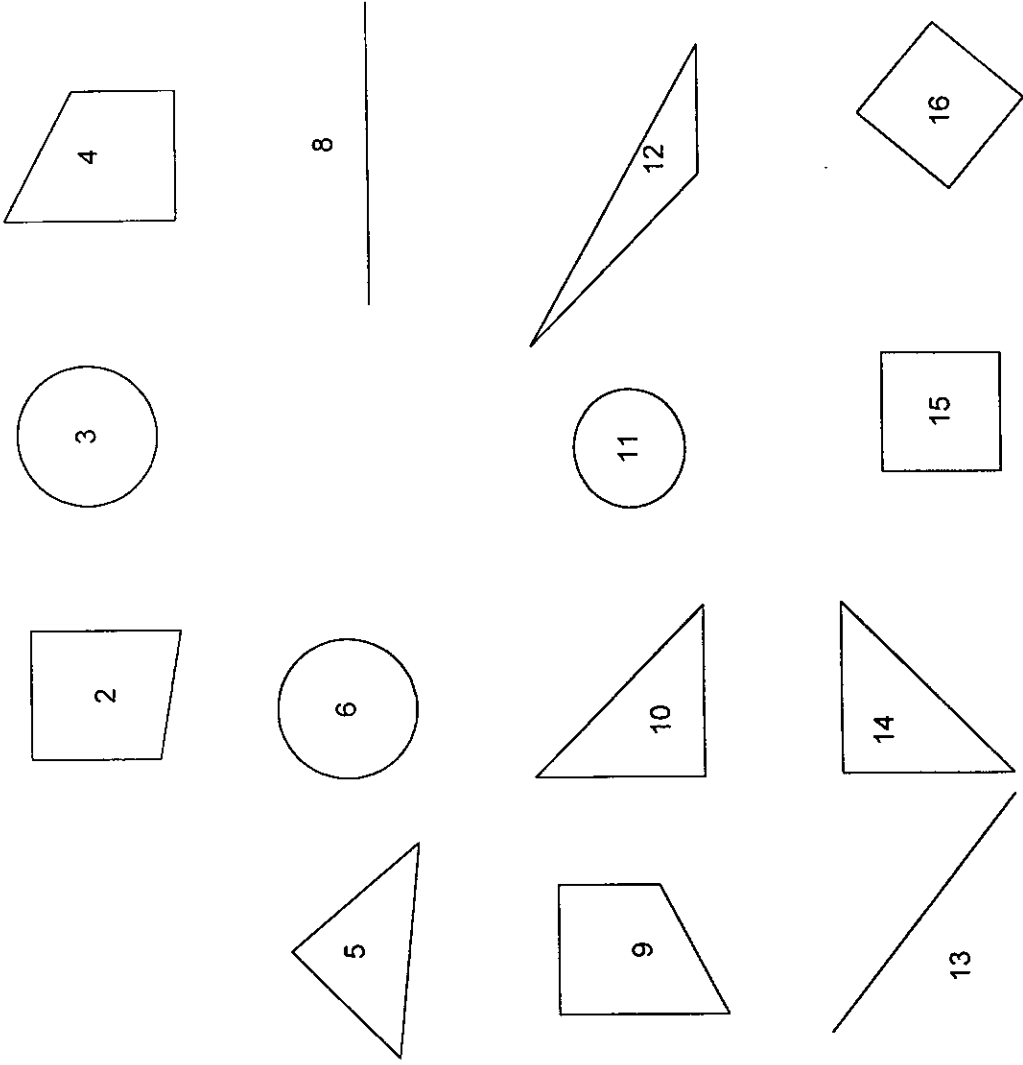
พัฒนาโดย

นักศึกษาคู ไปรแกมคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 3
สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2543

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
2. สรุปความสัมพันธ์ที่ ทำให้เส้นตรง 2 เส้น เท่ากันทุกประการได้ ถูกต้อง	2. ส่วนของเส้นตรง สองเส้นเท่ากันทุก ประการเมื่อส่วน ของเส้นตรงสอง เส้นยาวเท่ากัน	2. ส่วนของเส้นตรงสองเส้นเท่ากัน ทุกประการเมื่อส่วนของเส้นตรงสอง เส้นยาวเท่ากัน เช่น $\overline{AB} \cong \overline{AC}$	2.3 ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปบทนิยามของความเท่ากัน ทุกประการ บทนิยาม รูปสองรูปเท่ากันทุกประการก็ต่อเมื่อสามารถ ยกรูปหนึ่งซ้อนทับอีกรูปหนึ่งได้สนิทพอดี ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์ $\cong$ แทนคำว่า "เท่ากันทุกประการ" เช่น รูป 1 เท่ากันทุกประการกับ รูป 9 ใช้สัญลักษณ์ รูป 1 $\cong$ รูป 9 ครูให้นักเรียนใช้สัญลักษณ์ $\cong$ เขียนความสัมพันธ์ของรูป ที่เท่ากันสนิททุกคู่แล้วครูสุ่มถามนักเรียนแต่ละกลุ่ม 2.4 ครูแจกใบงานให้นักเรียนเมื่อทุกคนทำเมื่อเสร็จ พร้อมกันแล้ว ครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยคำตอบ(ไปงานอยู่ หน้า 465) 2.5 ครูให้นักเรียนพิจารณาส่วนของเส้นตรงสองเส้น ดังต่อ ไปนี้  ครูให้นักเรียนลอกรูป ก. มาทับรูป ข. ว่าทับกันสนิท หรือไม่ แล้วให้นักเรียนสรุปว่า เส้นตรงสองเส้นนี้เท่ากันทุกประการ หรือไม่ (เท่ากันทุกประการ)				

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
3. สรุปเงื่อนไขที่ทำให้มุมที่มีขนาดเท่ากันสองมุมเท่ากันทุกประการได้ถูกต้อง	3. มุมสองมุมเท่ากันทุกประการเมื่อมุมทั้งสองมีขนาดเท่ากัน	3. มุมสองมุมเท่ากันทุกประการเมื่อมุมทั้งสองมีขนาดเท่ากัน เช่น  $\angle BAC = \angle EDF$	ครูและนักเรียนช่วยกันสรุป สมบัติได้ว่าส่วนของเส้นตรงสองเส้นนี้เท่ากันทุกประการเมื่อส่วนของเส้นตรงสองเส้นนั้นยาวเท่ากัน และถ้า $\overline{AB} \cong \overline{CD}$ จะได้ $m(\angle A) = m(\angle D)$ หรือ เขียนว่า $AB = CD$ และถ้า $AB = CD$ จะได้ว่า $\overline{AB} \cong \overline{CD}$ 2.6 ครูให้นักเรียนดูหนังสือเรียนหน้า 62 และพิจารณาความเท่ากันทุกประการของมุมสองมุมในหนังสือโดยใช้กระดาษลอกสายและให้นักเรียนช่วยกันสรุปเงื่อนไขที่ทำให้มุมสองมุมเท่ากันทุกประการ(มุมสองมุมเท่ากันทุกประการเมื่อมุมทั้งสองมีขนาดเท่ากัน) 3. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุป 3.1 รูปสองรูปเท่ากันทุกประการเมื่อสามารถนำรูปหนึ่งซ้อนทับอีกรูปหนึ่งได้สนิทพอดี 3.2 ส่วนของเส้นตรงเท่ากันทุกประการเมื่อส่วนของเส้นตรงสองเส้นยาวเท่ากัน 3.3 มุมสองมุมเท่ากันทุกประการเมื่อมุมทั้งสองมีขนาดเท่ากัน 3.4 มุมที่เท่ากัน แขนของมุมไม่จำเป็นต้องยาวเท่ากัน 4. ขั้นนำไปใช้ ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหน้า 64 ข้อ 1-5			

ในงานเรื่องความเท่ากันทุกประการ
ให้นักเรียนใช้กระดาษลอกลายออกรูป แล้วตอบว่ารูปใดต่อไปนี้อยู่ที่เท่ากันทุกประการ

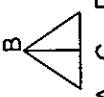
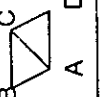
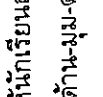
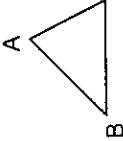
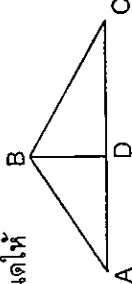


แผนการสอน รายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน.....ห้อง.....

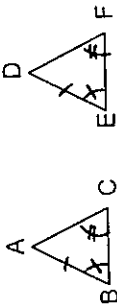
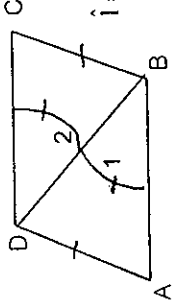
บทที่ 3 ความเท่ากันทุกประการหน่วยที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมแบบ ด้าน-มุม-ด้าน

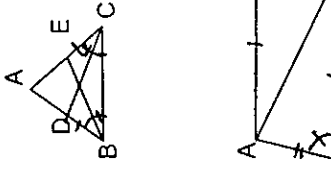
วันที่ เดือน..... พ.ศ. เวลา.....จำนวน 2 คาบ

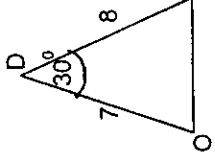
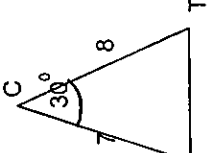
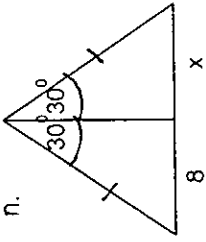
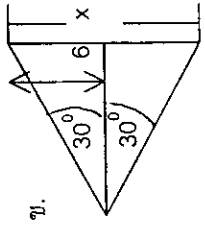
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
หลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว นักเรียนสามารถ	ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีด้านยาวเท่ากัน 2 คู่และมีมุมในระหว่างด้านที่ยาวเท่ากันมีขนาดเท่ากัน แล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นเท่ากันทุกประการ	1. ลักษณะ แบบ ด้าน-มุม-ด้าน ของรูปสามเหลี่ยม 1 รูป เป็นลักษณะแสดงด้านสองด้าน และมุมที่อยู่ระหว่างด้านทั้งสองนั้น ดังตัวอย่าง กำหนดให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมดังรูป	1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ครูแจกของอุปกรณ์บรรจุน้ำรูปสามเหลี่ยมสองรูปซึ่งเท่ากันทุกประการ แล้วให้นักเรียนนำรูปทั้งสองมาซ้อนกัน ครูถามนักเรียนว่ารูปทั้งสองทับกันสนิทหรือไม่(ทับกันสนิท) เรียกชื่อรูปที่ทับกันสนิทว่าอะไร(รูปที่เท่ากันทุกประการ) ครูเขียนสรุปบนกระดานคำและให้นักเรียนช่วยกันเขียนบทนิยามของรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ			
2. ระบุลักษณะแบบด้าน-มุม-ด้านของรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง	การตามความสัมพันธ์ด้าน-มุม-ด้าน (ด.ม.ด.)	จะได้ว่า $\overline{AB}, \overline{B}, \overline{BC}$ เป็นลักษณะแบบ ด้าน-มุม-ด้าน ของ $\triangle ABC$	2. ชื่นชอบ 2.1 ครูให้นักเรียนสังเกตรูปสามเหลี่ยมในแผนภูมิซึ่งแสดงตัวอย่างลักษณะแบบด้าน-มุม-ด้าน ของรูปสามเหลี่ยมหนึ่งรูปดังตัวอย่างต่อไปนี้			
	รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่ไม่มีความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้าน ไม่ได้หมายความว่า ไม่เท่ากันทุกประการ			ด.ม.ด. ของ ABC $\overline{BA}, \overline{BAC}, \overline{AC}$ $\overline{BC}, \overline{BCA}, \overline{CA}$		

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
			รูป  ด.ม.ด. ของ ABC รูป  $\overline{BA}$, $\widehat{BAC}$, $\overline{CA}$ รูป  $\overline{AC}$, $\widehat{ACB}$, $\overline{CB}$ รูป  $\overline{BC}$, $\widehat{BCA}$, $\overline{AC}$	ให้นักเรียนช่วยกันสรุปลักษณะด-ม-ด ของรูปสามเหลี่ยมหนึ่งรูป 2.2 ให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างในแผนภูมิแล้วเติมข้อมูลแสดงลักษณะ ด้าน-มุม-ด้าน ของข้อมูลที่เหลือดังตัวอย่าง  ด.ม.ด. ของ $\triangle ABC$ ได้แก่ $\overline{AB}$, $\widehat{B}$, $\overline{BC}$ จงเติมข้อมูลแสดงลักษณะแบบ ด้าน-มุม-ด้าน ของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้  ลักษณะแบบ ด.ม.ด. ของ $\triangle DBC$ ได้แก่ $\overline{BC}$, ..., $\overline{DC}$		

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
3. สรุปทฤษฎีบทของ ความเท่ากันทุก ประการตามความ สัมพันธ์แบบด้าน-มุม- ด้าน ของรูป สามเหลี่ยมได้ถูกต้อง	สาระสำคัญ	2. รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้าน ... รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้าน หมายถึงรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีด้านยาวเท่ากัน 2 คู่ และมุมในระหว่างด้านที่เท่ากัน มีขนาดเท่ากัน ดังตัวอย่าง $\triangle ABC$ และ $\triangle EDF$ มี $AC=EF$, $\angle C = \angle F$, $CB=DF$ ดังนั้นสามเหลี่ยมสองรูปนี้มีความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้าน	2.3 ครูเสนอตัวอย่างรูปสามเหลี่ยมเป็นคู่ๆ ที่มีความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้าน และไม่มีความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้าน ดังตัวอย่างรูปสามเหลี่ยมคู่ต่อไปนี้ที่มีความสัมพันธ์ ด.ม.ด รูปคู่ต่อไปนี้ไม่มีความสัมพันธ์ ด.ม.ด. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้านของรูปสามเหลี่ยม 2 รูป 2.4 ครูให้นักเรียนสังเกตรูปสามเหลี่ยมแต่ละคู่แล้วพิจารณาว่ารูปสามเหลี่ยมคู่ใดมีความสัมพันธ์ แบบด้าน-มุม-ด้าน ดังตัวอย่าง $\triangle ABC$ และ $\triangle FED$ มีความสัมพันธ์ ด.ม.ด. $\triangle ABC$ และ $\triangle FED$ มีความสัมพันธ์ ด.ม.ด.			
4. วิเคราะห์หา ความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้านของ รูปสามเหลี่ยมแต่ละคู่ ที่กำหนดได้ถูกต้อง						

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
5. ระบุด้านและมุมที่สมนัยกันของรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ได้ถูกต้อง		3. รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์ด้าน-มุม-ด้าน เป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ	 $\triangle ABC$ และ $\triangle DEF$ ไม่มีความสัมพันธ์ ด.ม.ด.  $AD=BC$ $\hat{A} = \hat{B}, BD=BD$ $\triangle ABD$ และ $\triangle CBD$ ไม่มีความสัมพันธ์ ด.ม.ด. หลังจากนั้นครูใช้กริไกรตรูปสามเหลี่ยมคู่ที่มีความสัมพันธ์แบบด้าน-มุม-ด้าน แล้วนำมาซ้อนกันให้นักเรียนพิจารณาว่าเท่ากันสนิทหรือไม่(ทับกันสนิท) ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมสองรูป แบบด้าน-มุม-ด้าน(เท่ากันทุกประการ) 2.5 ครูอธิบายเกี่ยวกับด้านและมุมที่สมนัยกันของรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการตามความสัมพันธ์แบบด้าน-มุม-ด้าน พร้อมยกตัวอย่างประกอบและแสดงสัญลักษณ์แทนความเท่ากันทุกประการ และให้นักเรียนหาส่วนที่สมนัยกันของรูปสามเหลี่ยมคู่ที่กำหนดให้ 2.6 ครูอธิบายวิธีตรวจสอบความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมพร้อมยกตัวอย่างประกอบ			

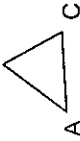
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
6. ดัดสันความเท่ากันทุกประการของรูปที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง			2.7 ครูยกตัวอย่างรูปสามเหลี่ยมที่มีลักษณะซับซ้อนและแนะนำวิธีที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการทำให้รูปที่ต้องการตรวจสอบมีลักษณะเด่นชัดขึ้นโดยการใช้นิยามหรือรูปทาบที่ต่างกันออกไปตามด้านของรูปสามเหลี่ยมจะทำให้รูปสามเหลี่ยมเด่นชัดขึ้น แล้วให้นักเรียนดูรูปที่กำหนดให้และจำแนกรูปสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน ดังตัวอย่าง 			
7. สรุปรสาระสำคัญของ การเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมสองรูปได้ถูกต้อง			2.8 ครูแสดงตัวอย่างการพิสูจน์อย่างไม่เป็นทางการโดยใช้คำถามในการนำทางเพื่อให้ได้ผลสรุป 3. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปรูปสามเหลี่ยมที่มีความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมตามความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน			

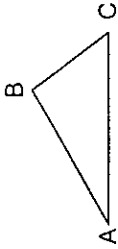
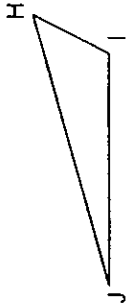
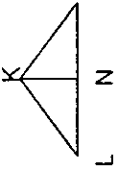
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
8. แก้ปัญหาโดยใช้ความเท่ากันทุกประการได้ถูกต้อง	สาระสำคัญ	เนื้อหา	4. ขั้นนำไปใช้ ครูยกตัวอย่างปัญหาเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมและให้นักเรียนแก้ปัญหาก็กำหนดให้ตัวอย่างปัญหา (1) กำหนด $\triangle DOB$ และ $\triangle CAT$ ดังรูป จงพิจารณาสามเหลี่ยมสองรูปว่าเท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด  Diagram of $\triangle DOB$: $\angle DOB = 30^\circ$, $DO = 7$, $OB = 8$.  Diagram of $\triangle CAT$: $\angle CAT = 30^\circ$, $CA = 7$, $AT = 8$. (2) กำหนดรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วให้ จงหาค่าของ x  Diagram (ก): Isosceles triangle with base 8, equal sides x, and vertex angle 30°.  Diagram (ข): Isosceles triangle with base 6, equal sides x, and vertex angle 30°.			

— แผนการสอนรายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน..... ห้อง

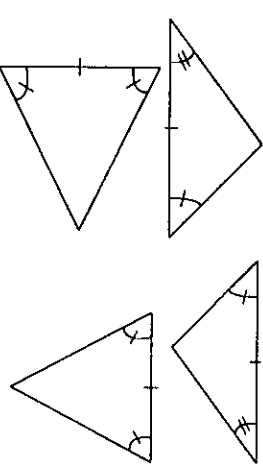
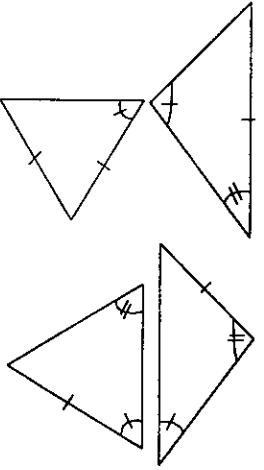
บทที่ 3 ความเท่ากันทุกประการ หน่วยที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมสองรูป แบบ มุม – ด้าน – มุม

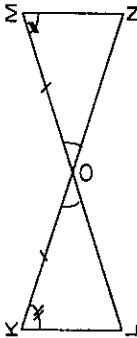
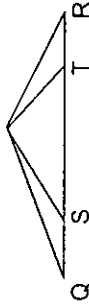
วันที่ เดือน..... พ.ศ..... เวลา..... จำนวน 1 คาบ

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและ ประเมินผล	หมายเหตุ
เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วนักเรียนสามารถ	ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใด ๆ มีมุมที่มีขนาดเท่ากันสองคู่และด้านซึ่งเป็นแขนร่วมของมุมทั้งสองที่มีขนาดเท่ากันยาวเท่ากันแล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นจะเท่ากันทุกประการแบบ มุม – ด้าน – มุม	1. ลักษณะแบบ มุม-ด้าน-มุม ของรูปสามเหลี่ยม 1 รูป คือ ลักษณะที่แสดงมุมสองมุมของรูปสามเหลี่ยมและด้านหนึ่งด้านที่อยู่ระหว่างมุมสองมุม ดังตัวอย่างต่อไปนี้ ตัวอย่าง  $\overline{A}, \overline{AB}, \hat{B}$ เป็นลักษณะแบบมุม - ด้าน - มุม (ม.ด.ม.) ของรูปสามเหลี่ยม ABC	1. ชวนเข้าสู่วิธีการสังเกตประสงค์ เพื่อแนะนำและทบทวนบทนิยามความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้าน ครูแจกใบงานที่ 1 ให้กับนักเรียนทุกคน แล้วให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบดูว่า รูปสามเหลี่ยมคู่ใดบ้างที่เท่ากันทุกประการ และมีความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้าน จากนั้น ครูสุ่มตัวอย่งนักเรียน 5 – 7 คน แล้วถามนักเรียนว่า จากใบงานที่ 1 ที่ครูให้ไปนั้น รูปสามเหลี่ยมคู่ใดบ้างที่เท่ากันทุกประการ และมีความสัมพันธ์แบบใด ต่อจากนั้น ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปความสัมพันธ์ แบบ ด.ม.ด.	1. แผนภูมิ 2. ใบงาน 3. หนังสือแบบเรียน	1. การสังเกตดูความสนใจของนักเรียน 2. การทำใบงาน 3. การถามตอบ 4. การทำแบบฝึกหัด	
1. สรุปลักษณะแบบมุม-ด้าน-มุม ของรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง			ถ้ารูปสามเหลี่ยมใด ๆ สองรูป มีด้านยาวเท่ากันสองคู่ และมุมในระหว่างด้านคู่ที่ยาวเท่ากัน มีขนาดเท่ากันแล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นจะเท่ากันทุกประการแบบด้าน-มุม-ด้าน 2. ขนสอบ วัตถุประสงค์ เพื่อแนะนำลักษณะแบบ ม.ด.ม. (มุม – ด้าน - มุม) ของรูปสามเหลี่ยมหนึ่งรูป เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจลักษณะแบบ ด.ม.ด. ก่อนที่จะนำไปสัมพันธ์กับรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ มีขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและ ประเมินผล	หมายเหตุ
			2.1 ครูให้นักเรียนสังเกตรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดลักษณะดังนี้คือ มีหนึ่งด้านอยู่ระหว่างมุมสองมุมดังรูป ซึ่งเรียกว่า ลักษณะแบบ มุม-ด้าน-มุม (ม.ด.ม.)  ลักษณะแบบ ม.ด.ม. ของ $\triangle ABC$ คือ $\widehat{CAB}, \widehat{AB}, \widehat{ABC}$  ลักษณะแบบ ม.ด.ม. ของ $\triangle JHI$ คือ $\widehat{J}, \widehat{JI}, \widehat{I}$  ลักษณะแบบ ม.ด.ม. ของ $\triangle KLM$ คือ $\widehat{LKN}, \widehat{KN}, \widehat{LNK}$ ต่อจากนี้ให้นักเรียนช่วยกันสรุปลักษณะความสัมพันธ์แบบมุม - ด้าน - มุม ของรูปสามเหลี่ยม (มีด้านหนึ่งด้านที่อยู่ระหว่างมุมสองมุม) 2.2 วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะแบบ มุม - ด้าน - มุม ของรูปสามเหลี่ยม โดยให้นักเรียนส่งกิจกรรมจากใบงานที่ 2 ดังต่อไปนี้ คือ			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและ ประเมินผล	หมายเหตุ										
		จากรูป $\triangle ABC \cong \triangle PQR, \overline{AB} \cong \overline{PQ}, \overline{CA} \cong \overline{RPQ}$ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์แบบ มุม - ด้าน - มุม ดังนั้นรูปสามเหลี่ยม ABC และรูปสามเหลี่ยม PQR จึงเท่ากันทุกประการ 4. รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่ไม่มี ความสัมพันธ์แบบ ม.ด.ม. ไม่จำเป็นว่าจะไม่เท่ากันทุกประการ อาจทดสอบได้ด้วยสมบัติอื่น ๆ อีก เช่น ด้าน - มุม - ด้าน , มุม - ด้าน - มุม เป็นต้น หรือยกรูปซ้อนกัน ถ้าพบว่าทับกันสนิทแล้ว รูปสองรูปนั้นจะเท่ากันทุกประการ	กิจกรรมการเรียนรู้ จงเติมข้อมูลที่เว้นไว้ เพื่อแสดงลักษณะ ม.ด.ม. ของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ <table><tr><th>กำหนดให้</th><th>คำตอบ</th></tr><tr><td></td><td>ม.ด.ม. ของ $\triangle ABC$ คือ $\hat{a}, \overline{BA}, \hat{A}$ ม.ด.ม. ของ $\triangle ABC$ คือ $\hat{A}, \overline{AC}, \hat{C}$ ม.ด.ม. ของ $\triangle ABC$ คือ $\hat{C}, \overline{CB}, \hat{B}$</td></tr><tr><td></td><td>ม.ด.ม. ของ $\triangle BCD$ คือ $\hat{D}, \hat{C}, \hat{B}$ $\overline{BD}, \dots, \dots$</td></tr><tr><td></td><td>ม.ด.ม. ของ $\triangle ABD$ คือ $\hat{A}, \hat{B}, \hat{D}$ $\dots, \dots, \hat{D}, \hat{A}, \hat{B}$</td></tr><tr><td></td><td>ม.ด.ม. ของ $\triangle ADF$ คือ $\dots, \dots, \dots$</td></tr></table> 2.3 วัตถุประสงค์ เมื่อนำเสนอสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างของรูปสามเหลี่ยมสองรูป ตามความสัมพันธ์แบบ มุม - ด้าน - มุม และให้นักเรียนเปรียบเทียบสิ่งทีคล้ายคลึงกัน และสิ่งที่แตกต่างกันของรูปสามเหลี่ยม แล้วสรุปเป็นบทนิยามของความสัมพันธ์แบบ มุม - ด้าน - มุม	กำหนดให้	คำตอบ		ม.ด.ม. ของ $\triangle ABC$ คือ $\hat{a}, \overline{BA}, \hat{A}$ ม.ด.ม. ของ $\triangle ABC$ คือ $\hat{A}, \overline{AC}, \hat{C}$ ม.ด.ม. ของ $\triangle ABC$ คือ $\hat{C}, \overline{CB}, \hat{B}$		ม.ด.ม. ของ $\triangle BCD$ คือ $\hat{D}, \hat{C}, \hat{B}$ $\overline{BD}, \dots, \dots$		ม.ด.ม. ของ $\triangle ABD$ คือ $\hat{A}, \hat{B}, \hat{D}$ $\dots, \dots, \hat{D}, \hat{A}, \hat{B}$		ม.ด.ม. ของ $\triangle ADF$ คือ $\dots, \dots, \dots$			
กำหนดให้	คำตอบ															
	ม.ด.ม. ของ $\triangle ABC$ คือ $\hat{a}, \overline{BA}, \hat{A}$ ม.ด.ม. ของ $\triangle ABC$ คือ $\hat{A}, \overline{AC}, \hat{C}$ ม.ด.ม. ของ $\triangle ABC$ คือ $\hat{C}, \overline{CB}, \hat{B}$															
	ม.ด.ม. ของ $\triangle BCD$ คือ $\hat{D}, \hat{C}, \hat{B}$ $\overline{BD}, \dots, \dots$															
	ม.ด.ม. ของ $\triangle ABD$ คือ $\hat{A}, \hat{B}, \hat{D}$ $\dots, \dots, \hat{D}, \hat{A}, \hat{B}$															
	ม.ด.ม. ของ $\triangle ADF$ คือ $\dots, \dots, \dots$															
จุดประสงค์การเรียนรู้		2. สรุปความสัมพันธ์แบบ มุม-ด้าน-มุมของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่ถูกต้อง														

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและ ประเมินผล	หมายเหตุ
			ครูแนะนำตัวอย่างรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์แบบ มุม - ด้าน - มุม และรูปสามเหลี่ยมที่ไม่มีความสัมพันธ์แบบ มุม - ด้าน - มุม เป็นคู่ ๆ ให้นักเรียนสังเกตและทำการเปรียบเทียบทั้งสองสิ่งที่เหมือนกัน และสิ่งที่แตกต่างกันของรูปสามเหลี่ยมแต่ละคู่ แล้วสรุปเป็นบทนิยามของรูปสามเหลี่ยมสองรูป ที่มีความสัมพันธ์แบบ มุม - ด้าน - มุม รูป Δ คู่ดังต่อไปนี้ มีความสัมพันธ์ มุม - ด้าน - มุม  รูป Δ คู่ดังต่อไปนี้ ไม่มีความสัมพันธ์ มุม - ด้าน - มุม 			

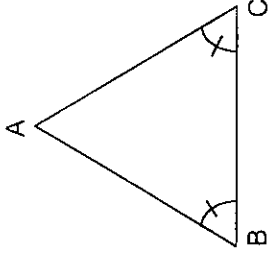
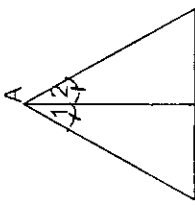
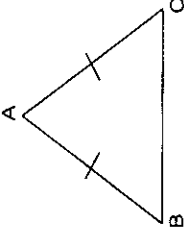
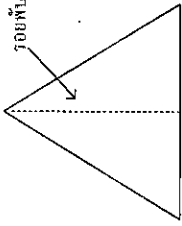
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและ ประเมินผล	หมายเหตุ																											
			2. <table><tr><td>Δ</td><td>Δ</td><td>ความสัมพันธ์</td></tr><tr><td>รูปที่ 1</td><td>รูปที่ 2</td><td>ม.ด.ม.</td></tr><tr><td>Δ hgj</td><td>Δ hji</td><td>✓</td></tr></table> 3.  สิ่งที่กำหนดให้กำหนดให้ <table><tr><td>Δ</td><td>Δ</td><td>ความสัมพันธ์</td></tr><tr><td>รูปที่ 1</td><td>รูปที่ 2</td><td>ม.ด.ม.</td></tr><tr><td>Δ KOL</td><td>Δ MON</td><td></td></tr></table> 4.  <table><tr><td>Δ</td><td>Δ</td><td>ความสัมพันธ์</td></tr><tr><td>รูปที่ 1</td><td>รูปที่ 2</td><td>ม.ด.ม.</td></tr><tr><td>Δ PQS</td><td>Δ PRT</td><td></td></tr></table> <td></td> <td></td> <td></td>	Δ	Δ	ความสัมพันธ์	รูปที่ 1	รูปที่ 2	ม.ด.ม.	Δ hgj	Δ hji	✓	Δ	Δ	ความสัมพันธ์	รูปที่ 1	รูปที่ 2	ม.ด.ม.	Δ KOL	Δ MON		Δ	Δ	ความสัมพันธ์	รูปที่ 1	รูปที่ 2	ม.ด.ม.	Δ PQS	Δ PRT				
Δ	Δ	ความสัมพันธ์																															
รูปที่ 1	รูปที่ 2	ม.ด.ม.																															
Δ hgj	Δ hji	✓																															
Δ	Δ	ความสัมพันธ์																															
รูปที่ 1	รูปที่ 2	ม.ด.ม.																															
Δ KOL	Δ MON																																
Δ	Δ	ความสัมพันธ์																															
รูปที่ 1	รูปที่ 2	ม.ด.ม.																															
Δ PQS	Δ PRT																																

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและ ประเมินผล	หมายเหตุ
3. ระบุด้านและมุมที่ สมนัยกันได้ถูกต้อง			ให้นักเรียนทำกิจกรรมนี้แล้ว ครูใช้กรรไกรตัดรูปสามเหลี่ยมคู่ที่มีความสัมพันธ์ มุม-ด้าน-มุม แล้วนำมาซ้อนกันให้นักเรียนสังเกตว่าทับกันสนิทหรือไม่ เรียกคู่ที่ทับกันสนิทว่าอย่างไร ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมสองรูป ดังนี้ รูปสามเหลี่ยมสองรูปใด ๆ ที่มีมุมที่มีขนาดเท่ากันสองคู่ และด้านซึ่งเป็นแขนร่วมของมุมทั้งสองที่มีขนาดเท่ากัน ยาวเท่ากัน (ม.ด.ม.) ด้วย แล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นจะ (ทับกันได้สนิท) หรือ.....(เท่ากันทุกประการ) ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ จะมีด้านคู่ที่เท่ากัน และมุมคู่ที่เท่ากัน ซึ่งเรียกว่าด้านที่สมนัยกัน หรือมุมที่สมนัยกัน ดังตัวอย่าง กำหนดให้ $\triangle ABC \cong \triangle DEF$ จะได้ว่ามีด้านที่สมนัยกัน และมุมที่สมนัยกัน 6 คู่ ดังนี้คือ $\overline{AB}$ สมนัยกับ $\overline{DE}$, $\hat{A}$ สมนัยกับ $\hat{D}$ $\overline{AC}$ สมนัยกับ $\overline{DF}$, $\hat{C}$ สมนัยกับ $\hat{F}$ $\overline{BC}$ สมนัยกับ $\overline{EF}$, $\hat{B}$ สมนัยกับ $\hat{E}$			

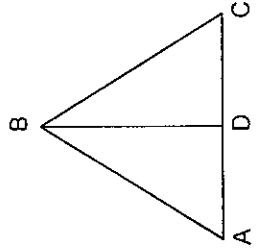
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและ ประเมินผล	หมายเหตุ
4. สรุปความเท่ากันทุกประการของสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์มุมด้านมุมได้ถูกต้อง 5. พิสูจน์ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมที่มีมุมด้านมุมได้ถูกต้อง			3. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์แบบ ม.ด.ม. อีกครั้ง จากนั้นครูให้ตัวอย่างการให้เหตุผลทางเรขาคณิตอย่างไม่เป็นทางการเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการตามความสัมพันธ์แบบ มุม - ด้าน - มุม <u>ตัวอย่าง</u> จากรูป กำหนดให้ $AB = AC$ และ $\angle ABE = \angle ACD$ จงอธิบายว่าเพราะเหตุใด รูปสามเหลี่ยม ABE และรูปสามเหลี่ยม ACD จึงเท่ากันทุกประการ <u>วิธีทำ</u> เนื่องจาก $\hat{B} = \hat{C}$ (กำหนดให้) $AB = AC$ (กำหนดให้) $\hat{A} = \hat{A}$ (เป็นมุมร่วม) ดังนั้น $\triangle ABE \cong \triangle ACD$ (ม.ด.ม.)			

แผนการสอนรายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน.....ห้อง.....
 บทที่ 3 ความเท่ากันทุกประการ หน่วยที่ 4 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว
 วันที่ เดือน..... พ.ศ..... เวลา จำนวน 1 คาบ

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและ ประเมินผล	หมายเหตุ
เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วนักเรียนสามารถ 1. สรุบบทนิยามของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วได้ถูกต้อง	รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว คือ รูปสามเหลี่ยมที่มีด้านสองด้านยาวเท่ากัน	1. บทนิยาม รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว คือ รูปสามเหลี่ยมที่มีด้านสองด้านยาวเท่ากัน 2. ส่วนประกอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ทบทวนความเท่ากันทุกประการและความสัมพันธ์แบบ ด.ม.ด.ม. โดยการยกตัวอย่างให้ดูบนกระดานดำและชักถามนักเรียน 2. ขั้นสอน 2.1 เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถสรุปบทนิยามของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วได้ (1) ครูแจกซองที่บรรจุรูปสามเหลี่ยมแบบต่าง ๆ ที่มีชื่อบอกไว้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันแยกกลุ่มสามเหลี่ยมหน้าจั่วออกจากรูปสามเหลี่ยมในแบบต่าง ๆ กัน (2) ครูถามนักเรียนว่ารูปสามเหลี่ยมหมายเลขใดบ้างที่เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วและให้นักเรียนบอกความแตกต่างระหว่างรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วและรูปสามเหลี่ยมแบบอื่น ๆ (3) ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทนิยามของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว 2.2 เพื่อให้ให้นักเรียนอธิบายส่วนประกอบของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วได้ (1) ครูอธิบายส่วนประกอบของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว (2) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยยกตัวอย่างของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วในแบบต่าง ๆ บนกระดานดำแล้วให้นักเรียนอธิบายส่วนประกอบ เช่น	1. ชิ้นส่วนของรูปสามเหลี่ยมแบบต่าง ๆ จำนวน 6 ชุด 2. ชิ้นส่วนของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปใหญ่ 6 รูป 3. แผนภูมิ	1. สังเกตการตอบคำถาม 2. การตรวจแบบฝึกหัดท้ายบท	

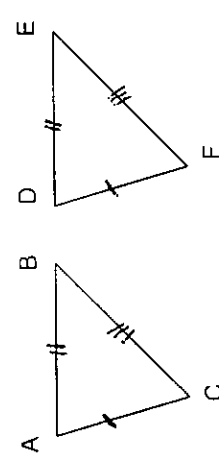
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการสอน	การวัดและ ประเมินผล	หมายเหตุ
2. อธิบายได้ว่า ด้านใดเป็นฐานมุมใดเป็นยอด และมุมใดเป็นมุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว		ดังตัวอย่าง  จากรูปสามเหลี่ยม ABC จะได้ $\hat{B} = \hat{C}$ 1. เส้นที่แบ่งครึ่งมุมยอด ย่อมตั้งฉากกับฐานและแบ่งครึ่งฐาน ดังตัวอย่าง  B D C	กิจกรรมการเรียนรู้  2.3 เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจว่ามุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วจะมีขนาดเท่ากัน (1) ครูแจกกระดาษรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม (2) ให้นักเรียนพับครึ่งของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ดังรูป  แล้วให้นักเรียนสังเกตรูปสามเหลี่ยม 2 รูปที่เกิดจากการพับว่าทับกันได้สนิทหรือไม่ (3) ครูอธิบายว่ารูปสามเหลี่ยม 2 รูปที่ได้จากการพับครึ่งนั้น ถ้ารูปสามเหลี่ยมทับกันได้สนิท รูปสามเหลี่ยม 2 รูปนั้นจะเท่ากันทุกประการ ดังนั้น ดังนั้นมุมที่ฐานจะเท่ากันด้วย 2.4 เพื่อให้ให้นักเรียนมีความเข้าใจว่าเส้นที่แบ่งครึ่งมุมยอด ย่อมตั้งฉากกับฐานและแบ่งครึ่งฐาน ครูและนักเรียนทำกิจกรรมดังนี้			
3. อธิบายได้ว่ามุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีขนาดเท่ากัน		จากรูป 1 จะได้ว่า $\hat{B} = \hat{C}$ AD ตั้งฉากกับ BC และ B D = D C				

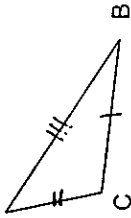
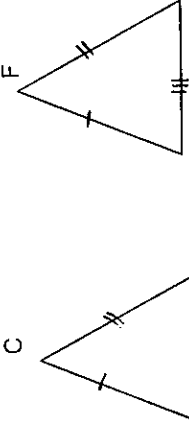
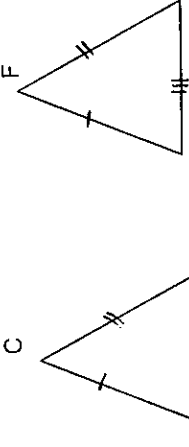
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและ ประเมินผล	หมายเหตุ
4. อธิบายได้ว่าเส้นที่แบ่งครึ่งมุมยอดย่อมตั้งฉากกับฐาน			(1) ให้นักเรียนสังเกตรอยพับของชิ้นส่วนของรูปสามเหลี่ยมแล้วถามนักเรียนว่ารอยพับนั้นแบ่งครึ่งความยาวของฐานและแบ่งครึ่งขนาดของมุมยอดหรือไม่ (2) ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปว่า ในรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เส้นที่ครึ่งมุมยอดจะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับฐาน 3. ขั้นสรุป: 3.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วดังนี้ (1) เส้นที่แบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วจะแบ่งรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วออกเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ (2) มุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วจะมีขนาดเท่ากัน (3) เส้นที่แบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วจะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับฐาน 3.2 ครูยกตัวอย่างรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วบนกระดานดำ ดังรูป กำหนด $\overline{AB} \cong \overline{BC}$ ลาก $\overline{BD}$ แบ่งครึ่งมุมยอด $\angle B$ ไปพบฐานที่จุด D			

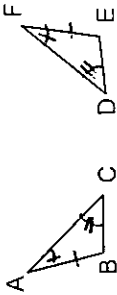


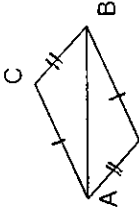
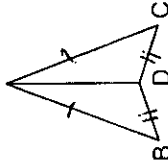
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
			กิจกรรมนักเรียนการสอน (1) ครูถามนักเรียนว่า รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วหรือไม่ เพราะเหตุใดและรูปสามเหลี่ยมทั้งสองรูปเท่ากันทุกประการหรือไม่ (2) ครูแสดงการพิสูจน์อย่างไม่เป็นทางการให้นักเรียนดูบนกระดานดำ นั่นคือ <u>วิธีทำ จากรูป</u> 1) $\overline{AB} \cong \overline{BC}$ (กำหนดให้) 2) $\hat{B} \cong \hat{B}$ (ลาก $\overline{BD}$ แบ่งครึ่ง $\hat{ABC}$) 3) $\overline{BD} \cong \overline{BD}$ (ด้านร่วม) $\therefore \triangle ABD \cong \triangle CBD$ (ด.ม.ด.) (3) ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 3.5			

แผนการสอน ค. 203 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน.....ห้อง.....
 บทที่ 3 ความเท่ากันทุกประการ หน้าที่ 5 เรื่อง ความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมแบบ ด้าน – ด้าน
 วันที่..... เดือน พ.ศ. 2543 เวลา จำนวน 1 คาบ

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
เมื่อนักเรียนเรียนจบแล้วนักเรียนสามารถ 1. อธิบายความสัมพันธ์แบบด้าน-ด้านของรูปสามเหลี่ยมได้ทุกคู่	ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใด ๆ มีด้านยาวเท่ากันสามคู่ ด้านต่อด้าน แล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นจะเท่ากันทุกประการ	1. รูปสามเหลี่ยมสองรูปมีความสัมพันธ์แบบด้าน – ด้าน – ด้านหมายถึงรูปสามเหลี่ยมสองรูปใด ๆ มีด้านยาวเท่ากันสามคู่ และรูปสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์แบบด้าน-ด้าน-ด้าน จะเท่ากันทุกประการ	1. ชวนให้เข้าสู่บทเรียนเพื่อทบทวนความสัมพันธ์แบบมุมด้านมุม ครูวาดรูปบนกระดานดำรูปสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์แบบ มุม-ด้าน-มุมให้นักเรียนสรุปบทนิยามความสัมพันธ์แบบ มุม-ด้าน-มุม ได้ 2. ชวนสอนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความสัมพันธ์แบบ ด้าน-ด้าน-ด้านของรูปสามเหลี่ยมสองรูปได้ (1) ครูให้นักเรียนสังเกตรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่กำหนดความสัมพันธ์ ดังรูป	1. โจทย์ปัญหา 2. อุปกรณ์การวาดรูป	1. สังเกตจากการตอบคำถามและความสนใจในการเรียน 2. การตรวจแบบฝึกหัด	
			จากรูปครูให้นักเรียนสังเกตและบอกความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมคู่นี้ 			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
2. ให้เหตุผลที่ทำให้สามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการตามความสัมพันธ์แบบด้าน-ด้าน-ด้าน ได้ถูกต้อง		  จากรูป $AB=XY$, $BC=YZ$, $AC=XZ$ ดังนั้นรูปสามเหลี่ยม ABC และรูปสามเหลี่ยม XYZ เท่ากันทุกประการ	(2) ครูยกตัวอย่างความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมแบบด้าน - ด้าน - ด้าน ให้นักเรียนดูดังรูป   ครูให้นักเรียนเดาว่ารูปสามเหลี่ยม ABC กับรูปสามเหลี่ยม DEF เท่ากันทุกประการหรือไม่ ครูเสนอแนะวิธีการตรวจสอบความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมสองรูปโดยใช้วิธีการใช้กระดาษลอกลายลอกรูปหรือใช้กรรไกรตัดรูปนำมาซ้อนกัน เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ว่ารูปสามเหลี่ยมคู่ที่มีความสัมพันธ์แบบ ด.ด.ด. เท่ากันทุกประการหรือไม่ (3) ครูให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์แบบ ด้าน - ด้าน - ด้านของรูปสามเหลี่ยมสองรูป ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใด ๆ มีด้านยาวเท่ากันสามคู่ ด้านต่อด้าน รูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีความสัมพันธ์ ด้าน-ด้าน-ด้าน			
3. สรุปนิยามของความสัมพันธ์แบบด้าน - ด้าน - ด้าน ได้ถูกต้อง						

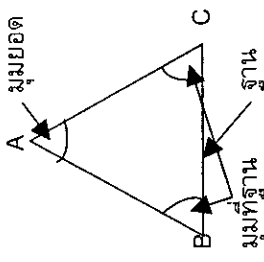
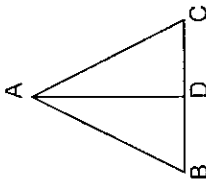
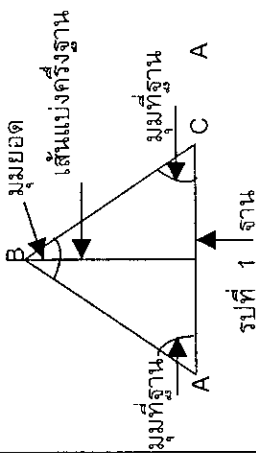
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
3. เปรียบเทียบได้ว่า รูปสามเหลี่ยมคู่ใดมี ความสัมพันธ์แบบ ด้าน – ด้าน – ด้าน ได้ถูกต้อง	สาระสำคัญ	2. รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่ไม่มีความสัมพันธ์แบบ ด้าน – ด้าน – ด้าน ไม่จำเป็นว่าจะ ไม่เท่ากันทุกประการ อาจทดสอบ ได้ด้วยสมบัติอื่น ๆ อีกเช่น มุม – มุม – ด้าน หรือยกคู่ขนาน กัน ถ้าพบว่าเท่ากันสนิทแล้วรูปนั้น จะเท่ากันทุกประการ	(4) รูปสามเหลี่ยมสองรูปใด ๆ จะเท่ากันทุกประการหรือไม่ อาจทำได้โดยการยกคู่ขนานกันหรือใช้ความสัมพันธ์ ม.ด.ม. , ด.ม.ด. หรือ ค.ด.ค. แต่ความสัมพันธ์ ของการเท่ากันทุกประการยังมีแบบอื่นอีก ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปไม่มีความสัมพันธ์แบบ ม.ด.ม. , ด.ม.ด. หรือ ค.ด.ค. ไม่ได้หมายความว่า รูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นไม่เท่ากันทุกประการ ดังตัวอย่าง  $\triangle ABC \not\equiv \triangle FED$ (มุม-มุม-ด้าน) 3. ข้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์แบบ ด้าน – ด้าน – ด้าน อีกครั้ง			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
4. นำความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ด้าน – ด้าน-ด้าน ไปใช้แก้ปัญหาลักษณะต่อไปนี้		4. ขั้วหน้าไปใช้ ครูยกตัวอย่างรูปสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์แบบด้าน – ด้าน-ด้าน เช่น กำหนดให้ $AC = BD$ และ $BC = AD$  จงอธิบายว่าเพราะเหตุใด $\triangle BAC$ และ $\triangle ABD$ จึงเท่ากันทุกประการ <u>วิธีทำ</u> เนื่องจาก $AC = AD$ และ $BC = BD$ (กำหนดให้) $AB = AB$ ($\overline{AB}$ เป็นด้านร่วม) $\triangle BAC \cong \triangle ABD$ (ด.ด.ด.) ครูยกตัวอย่างโจทย์บนกระดานดำ แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดดังตัวอย่าง A กำหนดให้ $AB = AC$ และ $BD = CD$  AD แบ่งครึ่ง $\angle BAC$ หรือไม่ เพราะเหตุใด และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 3.6 หน้า 86-87 ข้อ 1-4 เป็นการบ้าน				

แผนการสอนวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน.....ห้อง
 บทที่ 3 ความเท่ากันทุกประการ หน่วยที่ 6 เรื่อง ทบทวนรูปสามเหลี่ยมและความเท่ากันทุกประการ
 วันที่ เดือน..... พ.ศ. เวลา จำนวน 1 คาบ

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว นักเรียนสามารถ	1. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใด ๆ มีด้านยาวเท่ากันสองคู่และมุมในระหว่างด้านคู่ที่ยาวเท่ากันมีขนาดเท่ากันแล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นจะเท่ากันทุกประการ (ค.ม.ด.)	1. เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมออกเป็นรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ เช่น กำหนดรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ABC มีเส้น AD เป็นเส้นแบ่งครึ่งมุมยอดดังรูป	1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน วัตถุประสงค์ เพื่อทบทวนบทนิยามของความสามัคพันธ์แบบด้าน-มุม-ด้าน, มุม-ด้าน-ด้าน, ด้าน-ด้าน-ด้าน พร้อมทั้งสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว 1.1 ครูยกตัวอย่างรูปสามเหลี่ยมบนกระดานดำ ดังนี้	1. แผนภูมิ 2. ใบงาน	1. สังเกตจากความสนใจเรียนและการถามตอบ 3. การตรวจแบบฝึกหัด	
1. ระบุความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ว่าเป็นความสามัคพันธ์แบบ ค.ม.ด. หรือ ค.ด.ด. หรือ ค.ด.ค. ได้ถูกต้อง	2. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใด ๆ มีมุมที่มีขนาดเท่ากันสองคู่ และด้านที่เป็นแขนร่วมของมุมทั้งสองที่มีขนาดเท่ากันยาวเท่ากันด้วยแล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปจะเท่ากันทุกประการ (ม.ค.ม.)	จะได้ว่า $\triangle ABD \cong \triangle ACD$ 2. เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วตั้งฉากกับฐานจากรูปในข้อ 1 จะได้ว่า $\overline{AD} \perp \overline{BC}$	ให้นักเรียนบอกความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูป 1.2 ครูยกตัวอย่างของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วบนกระดานดำ ดังนี้			
			ให้นักเรียนบอกความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วแต่ละรูป			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
3. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใด ๆ มีด้านเท่ากันสามด้าน ด้านต่อด้าน แล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นจะเท่ากันทุกประการ (ด.ด.ด.) 4. ขนินยาม รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว คือ สามเหลี่ยมที่มีด้านสองด้านยาวเท่ากัน 2. อธิบายเหตุผลว่า รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการหรือไม่เท่ากันทุกประการได้ถูกต้อง	3. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใด ๆ มีด้านเท่ากันสามด้าน ด้านต่อด้าน แล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นจะเท่ากันทุกประการ (ด.ด.ด.) 4. ขนินยาม รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว คือ สามเหลี่ยมที่มีด้านสองด้านยาวเท่ากัน รูปสามเหลี่ยมสองรูป $\triangle ABC$ และ $\triangle ACB$ ที่มีฐาน AC เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมี $AB=BC$ เรียกด้าน AB ว่าฐานเรียก $\triangle ABC$ และ $\triangle ACB$ ว่ามุมที่มีฐาน เรียก $\angle B$ ว่า มุมยอด	3. เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วแบ่งครึ่งฐานจากรูปในข้อ 1 จะได้ว่า $\overline{BD} \cong \overline{DC}$ 4. มุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีขนาดเท่ากัน จากรูปในข้อ 1 จะได้ว่า $\angle B = \angle C$	2. ขัณสอน 2.1 เพื่อทบทวนความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม (1) ครูติดแผนภูมิบนกระดานดำให้นักเรียนดู ตัวอย่างเช่น รูปที่ 1 รูปที่ 2 รูปที่ 3 และให้นักเรียนบอกความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมแต่ละคู่ (2) ครูแจกใบงานให้นักเรียนและให้นักเรียนทำกิจกรรม มหารูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการตามความสัมพันธ์ ด.ม.ด., ด.ม.ม., ด.ด.ด. จากรูปต่อไปนี้ รูปที่ 1 รูปที่ 2 รูป 1 จะได้ $\triangle DAB \cong \triangle BCD$ (ด.ม.ด.) โดยที่ $AD=BC$, $\angle DAB = \angle BCD$, $AB=DC$ รูป 2 จะได้.....			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
3. สรุปสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วได้ถูกต้อง	5. สมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว (1) เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วแบ่งรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วออกเป็นรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ (2) มุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีขนาดเท่ากัน (3) เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วแบ่งครึ่งรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว (4) เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วตั้งฉากกับฐาน	ส่วนประกอบของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว  $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มี $BA = BC$ เรียกด้าน AC ว่า ฐาน เรียก $\angle ABC$ และ $\angle ACB$ ว่า มุมที่ฐาน $\angle BAC$ เรียกว่า มุมยอด สมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีดังนี้ 	2.2 วัดอุปกรณ์ เพื่อหาทวนคุณสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว (1) ครูวาดรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วบนกระดานดำ แล้วให้นักเรียนช่วยกันบอกส่วนประกอบของ รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วพร้อมทั้งบอกสมบัติของสามเหลี่ยมหน้าจั่วแล้วอธิบายให้นักเรียนฟัง โดยการเขียนกระดานดำประกอบคำอธิบายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น (2) ครูแจกใบงานให้นักเรียนทำกิจกรรม ตัวอย่างเช่น 1. ให้นักเรียนเขียนส่วนประกอบของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว หน้าที่ที่กำหนดให้และเติมข้อมูลที่เว้นไว้เพื่อแสดงคุณสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ที่กำหนดให้ถูกต้อง  รูปที่ 1 ฐาน 2. ให้นักเรียนเขียนสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว 1..... 2..... 3..... 4.....			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
4. พิสูจน์ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง	สาระสำคัญ	1. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดที่มีด้านยาวเท่ากันสองคู่และมีขนาดระหว่างด้านคู่ที่ยาวเท่ากันมีขนาดเท่ากันแล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นจะเท่ากันทุกประการ (ด.ม.ด.) 2. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดที่มีมุมที่มีขนาดเท่ากันสองคู่และด้านซึ่งเป็นแขนร่วมของมุมทั้งสองที่มีขนาดเท่ากันยาวเท่ากันด้วยแล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นจะเท่ากันทุกประการ (ม.ด.ม.) 3. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดที่มีด้านยาวเท่ากัน 3 คู่ด้านต่อด้านแล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นจะเท่ากันทุกประการ (ด.ด.ด.) 4. บทนิยาม รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว คือ รูปสามเหลี่ยมที่มีด้านสองด้านยาวเท่ากัน	2.3 เพื่อทบทวนความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม (1) ครูเขียนรูปต่อไปนี้เป็นกระดานดำแล้วให้นักเรียนช่วยกันเติมข้อมูลในช่องว่างที่เว้นไว้ และอธิบายตัวอย่าง จากรูปที่กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน มี $AB=CD$, $\hat{ABC} = \hat{CDA}$, $BC=DA$ จงหาว่า $\triangle ABC$ และ $\triangle CDA$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด วิธีทำ AB = CD ----- $\hat{B} = \hat{C}$ ----- BC = DA ----- $\triangle ABC \cong \triangle CDA$ ----- (2) ครูแจกใบงานให้นักเรียนทำกิจกรรม ตัวอย่างเช่น กำหนดให้ $AB=CB$ และ $AD=CD$ ดังนั้น $\triangle CBD$ และ $\triangle ABD$ เท่ากันทุกประการหรือไม่ เพราะเหตุใด			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
			3. ขั้วสกรู 3.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการ (คิดแผนภูมิบนกระดานดำ) (1) ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดๆ มีด้านยาวเท่ากันสองคู่ และมุมในระหว่างด้านคู่นั้นเท่ากัน มีขนาดเท่ากันแล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นจะเท่ากันทุกประการ (ด.ม.ด.) (2) ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดๆ มีมุมที่มีขนาดเท่ากันสองคู่ และด้านซึ่งเป็นแขนร่วมของมุมทั้งสองที่มีขนาดเท่ากันยาวเท่ากันด้วยแล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นจะเท่ากันทุกประการ (ม.ด.ม.) (3) ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดๆ มีด้านยาวเท่ากัน 3 คู่ ด้านต่อด้านแล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นจะเท่ากันทุกประการ (ด.ด.ด.) 3.2 นักเรียนและครูช่วยกันสรุปรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วดังนี้ (1) รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีด้านเท่ากันสองด้านและมุมที่ฐานมีขนาดเท่ากัน (2) เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดจะแบ่งรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วออกเป็นรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ (3) เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดจะแบ่งครึ่งฐาน และตั้งฉากกับฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว 4. ขั้วห้าไปใช้ ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน หน้า 89-90			

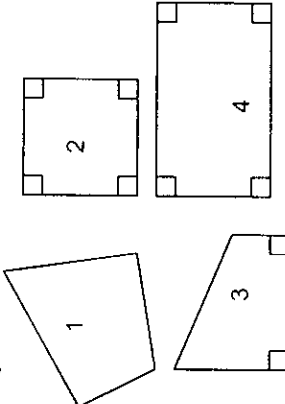
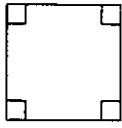
แผนการสอน รายวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 คณิตศาสตร์ 3
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

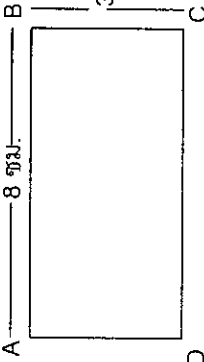
บทที่ 6

- หน่วยที่ 1 เรื่อง พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- หน่วยที่ 2 เรื่อง พื้นที่รูปสามเหลี่ยม
- หน่วยที่ 3 เรื่อง พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
- หน่วยที่ 4 เรื่อง พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู
- หน่วยที่ 5 เรื่อง พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมใด ๆ
- หน่วยที่ 6 เรื่อง การเปลี่ยนหน่วย

พัฒนาโดย

นักศึกษาคู โปรแกรมคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 3
สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2543

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
เมื่อนักเรียนเรียนจบ บทเรียนแล้วนักเรียน สามารถ	1.รูปร่างเหลี่ยม มุมฉาก คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีมุม แต่ละมุมเป็นมุม ฉาก	1. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากหมายถึง รูป สี่เหลี่ยมที่มีมุมแต่ละมุมเป็นมุม ฉาก เช่น 	1. ชื่อนำเข้าสู่บทเรียน วัตถุประสงค์ เพื่อแนะนำให้นักเรียนรู้จักรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ครูให้นักเรียนนึกในใจว่ารูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมีลักษณะอย่างไร โดยครูจะสุ่มเรียกชื่อนักเรียนให้ออกไปวาดรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก บนกระดานดำ 2. ชื่นสอน 2.1 วัตถุประสงค์ เพื่อทบทวนทฤษฎีบทของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก (1) จากรูปที่นักเรียนวาดบนกระดานดำ เช่น 	1. ไม่สามเหลี่ยม 2. ซอลัส 3. ใบงาน 4. หนังสือเรียน คณิตศาสตร์ ค 203	1. สังเกตจากการ วาดรูปของนักเรียน 2. สังเกตจากการตอบ คำถามของนักเรียน 3. ตรวจใบงาน 4. ตรวจแบบฝึกหัด	
1. ระบุรูปที่เป็น รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ได้ถูกต้อง	1.1 รูปสี่เหลี่ยม มุมฉากที่มีด้านทุก ด้านยาวเท่ากัน เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	1.1 รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านทุก ด้านยาวเท่ากันเรียกว่า รูปสี่ เหลี่ยมจัตุรัส เช่น 	(2) ครูให้นักเรียนอธิบายว่ารูป 2 และ รูป 4 เป็น รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเพราะเหตุใด(มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก) (3) ครูอธิบายต่อว่ารูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านทุกด้าน ยาวเท่ากัน เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังนั้น รูปที่ 2 เป็น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส			
	1.2 รูปสี่เหลี่ยม มุมฉากที่ไม่เป็น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	1.2 รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ไม่เป็น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังรูป 				

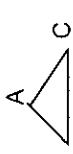
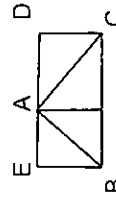
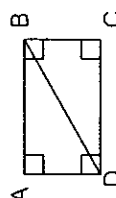
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
2. อธิบายลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้อง		 พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก= กว้าง×ยาว เช่น 3 ซม. 5 ซม. 3 ซม. พ.ท. □ = กว้าง×ยาว = 3 × 5 = 15 ตร.ซม.	(4) ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทนิยามของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก บทนิยาม รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก 2.2 วัดดูประสงค์ เพื่อเสนอแนะวิธีการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก (1) ครูให้นักเรียนช่วยกันเขียนสูตรการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากบนกระดานดำ (นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว) พ.ท. □ มุมฉาก = กว้าง×ยาว (2) ครูยกตัวอย่างโจทย์การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก พร้อมอธิบายให้ดูเป็นตัวอย่างบนกระดานดำ ตัวอย่างเช่น จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้	 พ.ท. □ ABCD = กว้าง × ยาว = 8 × 3 = 24 ตร.ซม.		
3. คำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ได้ถูกต้อง	สูตรการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก = กว้าง × ยาว					

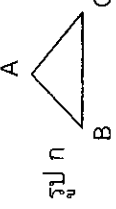
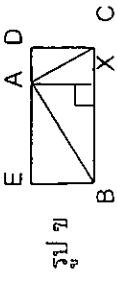
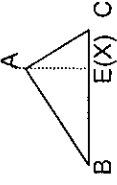
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การจัดและประเมินผล	หมายเหตุ
			2.3 วัดประสิทธิภาพ เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียนในการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ครูแจกใบงานให้นักเรียนเป็นคู่ ๆ แล้วช่วยกันกิจกรรมตามคำสั่งใบงาน ตัวอย่างเช่น พ.ท. รูป ☐ มุมฉากรูปหนึ่งมี พ.ท. เท่ากับ 112 ตร.ซม. มีด้านกว้าง 14 ซม. จงหาด้านยาว วิธีทำ จาก พ.ท. ☐ มุมฉาก = กว้าง × ยาว $112 = 14 \times \text{ยาว}$ $\text{ความยาว} = \frac{112}{14}$ $= 8 \text{ เซนติเมตร}$ 3. ชื่นสุรูป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสูตรการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก พ.ท. รูป ☐ มุมฉาก = กว้าง × ยาว 4. ชื่นหาไปใช้ ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 6.1 ในชั้นเรียนบางข้อและเป็นการบ้านบางข้อ			

แผนการสอน วิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน.....ห้อง.....

บทที่ 3 พื้นที่ หน่วยที่ 2 เรื่อง การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม

วันที่ เดือน.....ปี.ศ. เวลา จำนวนคาบ 1 คาบ

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว นักเรียนสามารถ 1. บอกความสัมพันธ์ของพื้นที่ระหว่างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีฐานร่วมกันและความสูงร่วมกันได้ถูกต้อง	พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับผลคูณของความยาวฐานและความสูงหารด้วย 2 หรือ พ.ท. $\Delta = \frac{1}{2} \times \text{ความยาวฐาน} \times \text{ความสูง}$	การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมสามารถทำได้โดยนำไปสัมพันธ์กับรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากดังนี้ กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมใด ๆ ดังรูป  วิธีหาพื้นที่ทำดังนี้คือเขียนรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากให้จุด A อยู่บน $\overline{DE}$ ดังรูป  พ.ท. $\square BCDE = \text{กว้าง} \times \text{ยาว} = BE \times BC$ พ.ท. $\Delta ABX = \frac{1}{2} \text{ พ.ท. } \square BXA E$ $= \frac{1}{2} \times BC \times BE$	1. ชื่นนำเข้าสู่บทเรียน 1.1 ครูแจกชิ้นส่วนรูปสามเหลี่ยมมุมฉากสองชิ้นซึ่งเท่ากันทุกประการ ให้นักเรียนนำมาซ้อนกันแล้วพิจารณาว่าทับกันสนิทหรือไม่(ทับกันสนิท) เรียงรูปที่ทับกันสนิทว่าอะไร(เท่ากันทุกประการ) 1.2 ให้นักเรียนนำชิ้นส่วนทั้งสองมาต่อกันให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากดังรูป  1.3 ครูให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้สัมพันธ์กันอย่างไร (1) พื้นที่รูปสามเหลี่ยมทั้งสองรูปสัมพันธ์กันอย่างไร (เท่ากัน) (2) พ.ท.ของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมมีความสัมพันธ์กันอย่างไร (พ.ท. Δ เป็นครึ่งหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยม) ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก (รูปสามเหลี่ยมที่มีฐานร่วมกันและสูงเท่ากันกับรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากจะมีพื้นที่เป็นครึ่งหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก)	1.ชิ้นส่วนของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 2. แผนภูมิแสดงรูปสามเหลี่ยม 3. กรรไกร	1. สังเกตเวลานักเรียนร่วมกิจกรรมและทำแบบฝึกหัดในห้องเรียน 3.ตรวจการบ้าน	

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
		พ.ท. $\triangle XCA = \frac{1}{2} \times \text{พ.ท.} \square XCDA$ $= \frac{1}{2} \times XC \times AX$ — $= \frac{1}{2} \times XC \times BE$ พ.ท. $\triangle ABC = \text{พ.ท.} (\triangle ABX + \triangle XCA)$ $= \frac{1}{2} \times BE (BX + XC)$ $= \frac{1}{2} \times BE \times BC$ $= \frac{1}{2} \times BC \times BE$ $= \frac{1}{2} \times BC \times AX$ $= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$ นั่นคือ พ.ท. ของรูปสามเหลี่ยมใด ๆ เท่ากับผลคูณของความยาวฐานและความสูงหาร ด้วย 2 หรือ พ.ท. $\triangle = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$	2. ขั้นสอน 2.1 ครูแจกกระดาษแสดงรูปสามเหลี่ยมให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังรูป ก รูป ก  2.2 ครูคิดแผนภูมิรูปแสดงรูปสามเหลี่ยมดังกล่าวบนกระดานดำและให้นักเรียนปฏิบัติตามคูดังนี้ (1) สร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก BCDE ให้จุด A อยู่บนด้าน ED (2) ลาก $\overline{AX} \perp \overline{BC}$ ที่ X ดังรูป ข รูป ข  (3) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้กรรไกรตัดกระดาษในรูป ข ตามแนว $\overline{AB}$ และ $\overline{AC}$ แล้วนำรูป $\triangle ABE$ ไปซ้อน $\triangle BAX$ ให้ $\overline{BE}$ ซ้อน $\overline{AX}$ และนำ $\triangle ACD$ ไปซ้อน $\triangle CAX$ ให้ $\overline{CD}$ ซ้อน $\overline{AX}$ ดังรูป ค รูป ค  (ครูทำไปพร้อม ๆ กับการเรียน) และให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียนหน้า 178 ประกอบการทำกิจกรรม)			

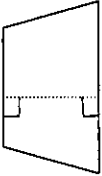
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
2. สรุปสูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมที่ถูกตัด			2.4 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ของ พ.ท. ของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก(รูปสามเหลี่ยมที่มีฐานร่วมกับรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากและความสูงเท่ากันจะมีพื้นที่เป็นครึ่งหนึ่งของพ.ท รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก) 2.5 ครูถามสูตรหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก(กว้าง × ยาว)ครูโยนให้นักเรียนเห็นว่า ความกว้างและความยาวของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากคือ ความสูงและฐานของรูปสามเหลี่ยมตามลำดับ ดังนั้น พ.ท. $\Delta = \frac{1}{2} \times \text{พ.ท.}\square$ $= \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ฐาน}$ $= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$ 3. ขั้นสรุป ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปสูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม พร้อมยกตัวอย่างการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม 2-3 ตัวอย่าง 4. ขั้นการนำไปใช้ 4.1 ให้นักเรียนหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ในห่องเรียน 4.2 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 6.1 หน้า 181-182 เป็นการบ้าน			
3. คำนวณหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง						

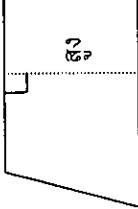
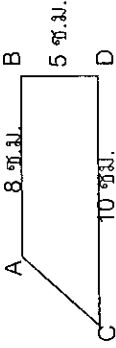
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
3. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีด้านที่ยาวเท่ากัน มุมแต่ละมุมไม่เป็นมุมฉาก เรียกว่ารูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ดังรูป	3. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีด้านที่ยาวเท่ากัน มุมแต่ละมุมไม่เป็นมุมฉาก เรียกว่ารูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีด้านที่ยาวเท่ากัน มุมแต่ละมุมไม่เป็นมุมฉาก เรียกว่ารูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ดังรูป	3. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีด้านที่ยาวเท่ากัน มุมแต่ละมุมไม่เป็นมุมฉาก เรียกว่ารูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน 4. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานเท่ากับคว้ายาวของฐานคูณด้วยความสูง	(1) ครูจัดแผนภูมิตัวอย่างของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานบนกระดานดำ ดังนี้ ก ข ค ง ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานบนกระดานดำ และช่วยกันสรุปเป็นบทนิยาม (บทนิยาม) รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามขนานกันสองคู่) (2) ครูให้นักเรียนสังเกตและบอกลักษณะที่แตกต่างกันของ รูป ก, รูป ข และ รูป ค, รูป ง (รูป ก รูป ข เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก) (รูป ค รูป ง เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีมุมแต่ละมุมไม่เป็นมุมฉาก) (3) ครูอธิบายถึงรูป ก และรูป ข ว่า ถ้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉากเรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก (4) ครูให้นักเรียนสังเกตและบอกลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ง (มีด้านทุกด้านยาวเท่ากันและมุมทุกมุมไม่เป็นมุมฉาก) (5) ครูอธิบายว่า “ถ้ารูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน มุมทุกมุมไม่เป็นมุมฉาก แล้วเราเรียกว่ารูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน”		
3. สรุปบทนิยามของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนได้ถูกต้อง		1. ด้านตรงข้ามยาวเท่ากันมุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน 2. มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน จากรูป $\hat{1} = \hat{2}, \hat{3} = \hat{4}$ 3. เส้นทแยงมุมสองเส้นแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน $CE = EA, DE = EB$				

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
4. สรุปสูตรการคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานได้ถูกต้อง 5. คำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานได้ถูกต้อง			กิจกรรมการเรียนรู้การสอน 2.2 วัดจุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน (1) ให้นักเรียนตัดรูปสามเหลี่ยมตามแนวประ ไปต่อทางด้านขวามือ จะกลายเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แล้วให้นักเรียนบอกสูตรการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (2) นักเรียนและครูช่วยกันสรุปสูตรการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังนี้ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน = ความยาวฐาน X ความสูง (3) ครูแสดงวิธีหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังนี้ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน = ความยาวฐาน X ความสูง $= 8 \times 5 = 40$ ตารางเซนติเมตร (4) ให้นักเรียนหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานดังตัวอย่าง วิธีทำ พ.ท. □ ด้านขนาน = ฐาน X สูง = $3 \times 6 = 18$ ตร.นิ้ว 3. ขั้วสรุป 3.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทนิยามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
6. หาคความยาวของ ส่วนที่ต้องการจาก รูปสี่เหลี่ยมที่กำหนด ให้ ได้ถูกต้อง			3.2 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน (1) ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน (2) มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน (3) เส้นทแยงมุมสองเส้นจะแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน 3.3. ครูให้นักเรียนสรุปสูตรการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน (พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน = ฐาน $\times$ สูง) 4. ชื่อนำไปใช้ 4.1 ครูยกตัวอย่าง รูปสี่เหลี่ยมและแสดงตัวอย่างการหาส่วนที่ต้องการของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานดังนี้ กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานซึ่งมีพื้นที่ 240 ตารางนิ้ว และ $AB = 20$ นิ้ว , $CB = 18$ นิ้ว จงหา DE วิธีทำ พ.ท. □ ด้านขนาน = ฐาน $\times$ สูง $240 = 20 \times DE$ $DE = \frac{240}{20} = 12 \text{ นิ้ว}$ ดังนั้นด้าน DE ยาว 12 นิ้ว 4.2 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 6.2 ก			

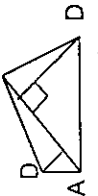
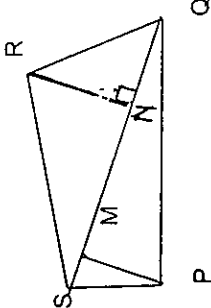
แผนการสอนรายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน.....ห้อง.....
 บทที่ 6 พื้นที่ รูปสี่เหลี่ยมคางหมู
 วันที่ เดือน..... 2543 เวลา น. จำนวน 1 คาบ

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
เมื่อนักเรียนเรียนจบ บทเรียนแล้วนักเรียน สามารถ	รูปสี่เหลี่ยมคางหมู หมายถึง รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้าน ขนานกันคู่หนึ่ง และคู่เดียวเท่านั้น	1. บทนิยามรูปสี่เหลี่ยมคางหมู หมายถึง รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนาน กันคู่หนึ่งและคู่เดียวเท่านั้น รูปสี่เหลี่ยมคางหมูใดๆ ที่มีด้าน คู่ที่ไม่ขนานกัน ยาวเท่ากัน 	1. ช้้นำเข้าสู่บทเรียน วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนรู้จักลักษณะของรูปสี่เหลี่ยม คางหมูและบทนิยามของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูได้ 1.1.1. ครูถามนักเรียนว่า รู้จักรูปสี่เหลี่ยมคางหมูหรือไม่ และสื่อนักเรียน ออกไปวาดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูบนกระดานดำ 1.1.2. ครูและนักเรียนรู้ร่วมกันสรุปบทนิยามของ รูปสี่เหลี่ยมคางหมู(บทนิยาม รูปสี่เหลี่ยมคางหมู หมายถึง รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกันคู่หนึ่ง และคู่เดียวเท่านั้น)ครูวาด รูปสี่เหลี่ยมบนกระดานดำ ดังรูป C D 	1. ใบงาน 2. ภาพรูปสี่เหลี่ยม คางหมู	1. สังเกตความสนใจ ของนักเรียนในชั้น 2. การทำใบงาน (ตรวจคำตอบ)	
1. บอกบทนิยามของ รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ได้ถูกต้อง		เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมคางหมูหน้าจั่ว	1.1.4. ครูถามนักเรียนว่า รูปสี่เหลี่ยม ABCD เป็น รูปสี่เหลี่ยมคางหมู หรือ ไม่ (เป็น) 1.1.5. ครูให้นักเรียนสังเกต $\overline{AB}$ และ $\overline{BC}$ ว่ายาวเท่ากัน หรือไม่ (เท่ากัน) ครูอธิบายว่ารูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่มีด้านคู่ที่ไม่ขนานกัน ยาวเท่ากันเรียกว่า "รูปสี่เหลี่ยมคางหมูหน้าจั่ว"			

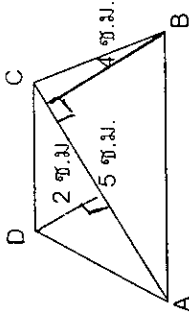
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
2. สรุปสูตรการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูได้ถูกต้อง	2. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู $= \frac{1}{2} \times \text{ผลบวกของความยาวด้านคู่ขนาน} \times \text{ความสูง}$  ด้านคู่ขนาน สูง ด้านคู่ขนาน	2. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู $= \frac{1}{2} \times \text{ผลบวกของความยาวด้านคู่ขนาน} \times \text{ความสูง}$ 2.2 ให้นักเรียนคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู เมื่อกำหนดรูปมาให้ ดังนี้  A 8 ซม. B 5 ซม. C 10 ซม. D กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู จงคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ABCD วิธีทำ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู $= \frac{1}{2} \times \text{ผลบวกของความยาวของด้านคู่ขนาน} \times \text{ความสูง}$ $= \frac{1}{2} \times (8+10) \times 5 = \frac{1}{2} \times 10 \times 5 = 9 \times 5$ = 45 ตารางเซนติเมตร ตอบ	ขั้นที่ 2 ขั้นสอน วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนสามารถคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 2.1 ให้นักเรียนตัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูตามแนวเส้นทแยงมุม แล้วหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมทั้งสอง นำมาอภิปรายจนได้สูตรการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ดังนี้ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู $= \frac{1}{2} \times \text{ผลบวกของความยาวของด้านคู่ขนาน} \times \text{ความสูง}$ 2.2 ให้นักเรียนคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู เมื่อกำหนดรูปมาให้ ดังนี้			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
3. คำนวณหาความยาวของส่วนที่ ต้องการของ รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ที่กำหนดให้ ได้ถูกต้อง	สาระสำคัญ	เนื้อหา	3. ขั้นสรุป 3.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทนิยามของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (รูปสี่เหลี่ยมคางหมู คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกันคู่หนึ่ง และคู่เดียวเท่านั้น) 3.2 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (พ.ท.ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู = $\frac{1}{2} \times$ผลบวกของด้านคู่ขนาน $\times$ ความสูง) 3.3 ครูแจกใบงาน เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียนในการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (ใบงานที่ 1) 3.4 ครูและนักเรียนช่วยกันเฉลยคำตอบกิจกรรมใบงานบนกระดานดำ ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 6.2 ข ในหนังสือเรียนหน้า 199 –203			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วนักเรียนสามารถ 1. แบ่งรูปหลายเหลี่ยมออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมย่อย ๆ ได้ถูกต้อง 2. คำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมย่อย ๆ นั้น 3. คำนวณหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมใด ๆ จากผลบวกของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมย่อย ได้ถูกต้อง	1. พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมใด ๆ อาจคำนวณหาได้จากผลบวกของพื้นที่รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เกิดจากการแบ่งรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ตามแนวเส้นทแยงมุมเส้นใดเส้นหนึ่ง ดังรูป	1. พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมใด ๆ อาจคำนวณหาได้จากผลบวกของพื้นที่รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เกิดจากการแบ่งรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ตามแนวเส้นทแยงมุมเส้นใดเส้นหนึ่ง ดังรูป	1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน วัตถุประสงค์ เพื่อทบทวนการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมที่มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ครูกำหนดรูปแบบกระดานดำให้นักเรียนช่วยกันคำนวณหาพื้นที่ดังต่อไปนี้	1. แผนภูมิรูปสี่เหลี่ยมใดๆ 2. หนังสือเรียน ค 203	1. สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน 2. สังเกตการหาพื้นที่จากรูปที่กำหนดให้บนกระดานดำ 3. ตรวจสอบแบบฝึกหัด	
		จากรูปจะได้พื้นที่รูป ① + พื้นที่รูป ② จากพื้นที่รูป ① = $20 \times 18 = 360$ ตารางนิ้ว จากพื้นที่รูป ② = $\frac{1}{2} \times (35+42) \times 22$ = $\frac{1}{2} \times 77 \times 22$ = $77 \times 11 = 847$ ตารางนิ้ว ดังนั้นพื้นที่ของรูปนี้ คือ $360 + 847 = 1,207$ ตารางนิ้ว				

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
4. สรุปสูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมใด ๆ ได้ถูกต้อง 5. คำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ได้ถูกต้อง	2. พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมใด ๆ $= \frac{1}{2} \times$ ความยาวของเส้นทแยงมุม $\times$ ผลบวกของความยาวของเส้นทแยงมุมที่ตั้งฉากกับเส้นทแยงมุม 3. พื้นที่รูปว่าว $= \frac{1}{2} \times$ ผลคูณของความยาวของเส้นทแยงมุม	C  จากรูป $\overline{CD}$ และ $\overline{BF}$ ตั้งฉากกับเส้นทแยงมุม $\overline{AC}$ เรียก $\overline{DE}$ และ $\overline{BF}$ ว่า เส้นทแยงมุมที่ตั้งฉากกับเส้นทแยงมุม 2. สูตรพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ $= \frac{1}{2} \times$ ความยาวของเส้นทแยงมุม $\times$ ผลบวกของความยาวของเส้นทแยงมุมที่ตั้งฉากกับเส้นทแยงมุม	2. ขั้นสอน วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ได้ถูกต้อง 2.1 ครูสนทนากับนักเรียนถึงการคำนวณหาพื้นที่สี่เหลี่ยมใด ๆ ว่าอาจทำได้โดยการลากเส้นทแยงมุมเส้นหนึ่ง แล้วคำนวณหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมที่เกิดขึ้น 2.2 ครูจัดรูปสี่เหลี่ยมบนกระดานดำให้นักเรียนช่วยกันคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ดังนี้  กำหนดให้ PQRS เป็นรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ มี $QS=7$ หน่วย , $RN=6$ หน่วย และ $PM = 4$ หน่วย จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม PQRS วิธีทำ พื้นที่สี่เหลี่ยม PQRS $= \text{พื้นที่} \triangle PQS + \text{พื้นที่} \triangle QRS$ $= \left(\frac{1}{2} \times 7 \times 4 \right) + \left(\frac{1}{2} \times 7 \times 6 \right)$ $= 14+21 = 35 \text{ ตารางหน่วย}$			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การจัดและประเมินผล	หมายเหตุ
			2.3 ครูอธิบายให้นักเรียนฟังว่าในการคำนวณหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูป เราจะใช้ด้านหนึ่งเป็นฐานและอีกด้านหนึ่งเป็นส่วนสูง ให้นักเรียนสังเกตรูป (ข้างบน) 2.4 ครูถามนักเรียนว่า $\overline{PM}$ และ $\overline{RN}$ เป็นส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมหรือไม่ (เป็น) 2.5 ครูอธิบายต่อว่าส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมเป็นเส้นที่ตั้งฉากกับเส้นแบ่งมุม ต่อไปเราจะเรียกว่า "เส้นกึ่ง" 2.6 ครูอธิบายสูตรการคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ บนกระดานดำ พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมใด ๆ $= \frac{1}{2} \times \text{ความยาวของเส้นแบ่งมุม} \times \text{ผลบวกของความยาวของเส้นกึ่ง}$ 2.7 ให้นักเรียนคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใดๆ ตามสูตร โดยครูกำหนดรูปบนกระดานดำ ดังนี้			



จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
6. คำนวณหาพื้นที่ของรูปทรงแปดเหลี่ยม		3. พื้นที่รูปทรงแปดเหลี่ยม $= \frac{1}{2} \times \text{ผลคูณของความยาวของเส้นทแยงมุม}$	วิธีทำ พ.ท. $\square ABCD = \frac{1}{2} \times \text{ความยาวของเส้นทแยงมุม} \times \text{ผลบวกของความยาวของเส้นทแยงมุม}$ $= \frac{1}{2} \times 5 \times 6 = \frac{1}{2} \times 30$ $= 15 \text{ ตารางเซนติเมตร}$ 2.8 ให้นักเรียนคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมรูปใดๆ ตามสูตร โดยครูกำหนดรูปแบบการคำนวณตามนี้ PQRS เป็นรูปทรงแปดเหลี่ยมที่มีเส้นทแยงมุม $\overline{PR}$ และ $\overline{QS}$ ตัดกันเป็นมุมฉาก ถ้า $PR = 18$ เซนติเมตร และ $QS = 10$ เซนติเมตร พื้นที่ $\square PQRS$ เท่ากับเท่าไร <u>วิธีทำ</u> พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมใดๆ $= \frac{1}{2} \times \text{ความยาวของเส้นทแยงมุม} \times \text{ผลบวกของความยาวเส้นทแยงมุม}$ $= \frac{1}{2} \times 18 \times (5+5) = \frac{1}{2} \times 18 \times 10 = \frac{1}{2} \times \text{ผลคูณของเส้นทแยงมุม}$ $= 90 \text{ ตารางเซนติเมตร}$			

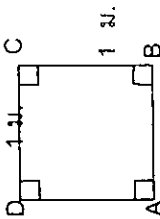
จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
7. คำนวณหาส่วนต่าง ๆ ของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ได้ถูกต้อง			2.9 จากรูปข้างบนนักเรียนสังเกตได้ว่าเป็นรูปว่าว และพบว่าสูตรการคำนวณหาพื้นที่รูปว่าว $= \frac{1}{2} \times$ ผลคูณของความยาวเส้นทแยงมุม ครูให้นักเรียนคำนวณหาพื้นที่รูปว่าว PQRS <u>วิธีทำ</u> พื้นที่ของรูปว่าว $= \frac{1}{2} \times$ ผลคูณของความยาวของเส้นทแยงมุม $= \frac{1}{2} \times PR \times QS$ $= \frac{1}{2} \times 18 \times 10$ $= 90 \text{ ตารางเซนติเมตร}$ 2.1.10 ให้นักเรียนคำนวณหาสิ่งที่ต้องการจากโจทย์ที่กำหนดให้ โดยครูกำหนดรูปบนกระดานดำ ดังนี้ กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ซึ่งมีพื้นที่ 64 ตารางหน่วย และ AF = 3 หน่วย CE = 5 หน่วย จงหาความยาวของเส้นทแยงมุม DB			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
			วิธีทำ พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมใด ๆ = $\frac{1}{2} \times$ ความยาวของเส้นทแยงมุม $\times$ ผลบวกของความยาวของเส้นทแยงมุมที่ตั้งฉากกับเส้นทแยงมุมนั้น $64 = \frac{1}{2} \times DB \times (5+3)$ $= \frac{1}{2} \times DB \times 8$ $DB = \frac{2 \times 64}{8} = 16 \text{ หน่วย}$ 3. ขั้นสรุป 3.1 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสูตรการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมใด ๆ = $\frac{1}{2}$ ความยาวของเส้นทแยงมุม $\times$ ผลบวกของความยาวของเส้นทแยงมุม พื้นที่รูปว่าว = $\frac{1}{2} \times$ ผลคูณของความยาวเส้นทแยงมุม 4. ขั้นนำไปใช้ วัตถุประสงค์ เพื่อฝึกทักษะของนักเรียนในการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ และรูปว่าว ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 6.2 ข หน้า 199-203			

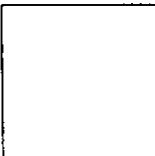
แผนการสอนรายวิชา ค 203 คณิตศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน.....ห้อง.....
 บทที่ 6 พื้นที่ หน่วยที่ 6 เรื่อง การเปลี่ยนหน่วย

วันที่.....เดือน.....ปี..... พ.ศ..... เวลา..... น. จำนวน 1 คาบ

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว นักเรียนจะสามารถ	การเปลี่ยนหน่วยพื้นที่จากหน่วยย่อยให้เป็นหน่วยใหญ่สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนความยาวของหน่วยย่อยให้ใหญ่แล้วยกกำลังสองจะได้พื้นที่ของย่อยใหญ่ เช่น 1 ม. = 100 ซม. พ.ท 1 ตร.ม. = 100×100 = 10,000 ตร.ซ.ม	การเปลี่ยนหน่วยพื้นที่ในมาตราเมตริกได้แก่ 1 ตารางกิโลเมตร = 10,000 ตารางเมตร 1 ตารางกิโลเมตร = 1,000,000 ตารางเซนติเมตร 2. หน่วยพื้นที่ในมาตราไทยได้แก่ 1 ไร่ = 4 งาน = 400 ตารางวา 1 งาน = 100 ตารางวา	1. ชื่อนำเข้าสู่บทเรียน ถามนักเรียนเกี่ยวกับหน่วยวัดความยาวและหน่วยพื้นที่ในมาตราเมตริก และมาตราไทย แล้วให้นักเรียนช่วยกันตอบ 2. ขั้นสอน 2.1 การเปลี่ยนหน่วยในมาตราเมตริก (1) ครูวาดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD ที่มีด้านยาวด้านละ 1 เมตร แล้วให้นักเรียนหาพื้นที่โดยเปลี่ยนความยาว 1 เมตรเป็นเซนติเมตร ดังนี้	แผนภูมิ	1. สังเกตความสนใจในการทำกิจกรรมและตอบคำถาม 2. ตรวจจุดผลงานที่นักเรียนออกมาทำบนกระดานดำ 3. ตรวจแบบฝึกหัด	



วิธีทำ พื้นที่ □ จัตุรัส ABCD = ด้าน × ด้าน
 = 1 × 1 ตารางเมตร
 = 100 × 100 = 10,000 ตารางเซนติเมตร

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สื่อการเรียนรู้การสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
	ในทำนองเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงหน่วยพื้นที่จากหน่วยใหญ่ให้เป็นหน่วยย่อยสามารถทำได้ โดยการเปลี่ยนความยาวของหน่วยใหญ่ให้เป็นหน่วยย่อยแล้ว ยกกำลังสองจะได้พื้นที่ของยอดตัวอย่างเช่น 100 ซม. = 1 ม. 1 ซม. = $\frac{1}{100}$ ม. พ.ท. 1 ตร.ซม. = $\frac{1}{100} \times \frac{1}{100}$ = 0.0001 ตร.ม.	3. ความยาว 1 วา = 2 เมตร พื้นที่ 1 ตารางวา = 4 ตารางเมตร	(2) ครูวาดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส EFGH ที่มีด้านยาวด้านละ 1 กิโลเมตร แล้วให้นักเรียนหาพื้นที่โดยให้เปลี่ยน จาก 1 กิโลเมตรเป็นเมตร ดังนี้ 1 ก.ม. = 1000ม.  1 ก.ม = 1000 ม. วิธีทำ พื้นที่ □ จัตุรัส EFGH = ด้าน X ด้าน = 1 X 1 ตร.กม. = 1,000X1,000 ตร.ม. = 1,000,000 ตารางเมตร ตอบ พื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส EFGH = 1,000,000 ตารางเมตร (3) ให้นักเรียนช่วยกันสรุปการเปลี่ยนหน่วยพื้นที่ในมาตราเมตริก ดังนี้ 1 ตารางเมตร = 10,000 ตารางเซนติเมตร 1 ตารางกิโลเมตร = 1,000,000 ตารางเมตร (4) แบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำโจทย์กลุ่มละ 5 ข้อดังนี้ 1. พื้นที่ 20 ตารางเมตรเท่ากับกี่ตารางเซนติเมตร 2. พื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตรเท่ากับกี่ตารางเมตร			

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนการสอน	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
2.ให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนหน่วยพื้นที่ระหว่างหน่วยใหญ่และหน่วยย่อยในมาตราไทยได้			3. พื้นที่ 25 ตารางกิโลเมตรเท่ากับกี่ตารางเมตร 4. พื้นที่ 450,000,000 ตารางเมตรเท่ากับกี่ตารางกิโลเมตร 5. พื้นที่ 9,000,000 ตารางเมตรเท่ากับกี่ตารางกิโลเมตร (5) ให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มออกมาแสดงวิธีทำบนกระดานดำให้ทำ 1 ข้อ ต่อ 1 กลุ่ม แล้วให้นักเรียนที่เหลือตรวจคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ 2.2 การเปลี่ยนหน่วยพื้นที่ในมาตราไทยและมาตราเมตริก (1) ครูอธิบายการเปลี่ยนหน่วยพื้นที่ในมาตราไทยและความสัมพันธ์ของแต่ละหน่วย แล้วครูและนักเรียนช่วยกันสรุปไว้ ดังนี้ หน่วยพื้นที่ในมาตราไทย 1 ไร่ เท่ากับ 4 งาน 1 งาน เท่ากับ 100 ตารางวา 1 ไร่ เท่ากับ 400 ตารางวา (2) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียนเปลี่ยนหน่วยพื้นที่ในมาตราไทย กลุ่มละ 5 ข้อ ดังนี้ - พื้นที่ 4 ไร่ มีกี่ตารางวา - พื้นที่ 1.3 ไร่ มีกี่ตารางวา - พื้นที่ 8.5 ตารางวา เท่ากับกี่ไร่ - พื้นที่ 9 งาน 40 ตารางวา เท่ากับกี่ไร่ - พื้นที่ 3 ไร่ 2 งาน 44 ตารางวา เท่ากับกี่ตารางวา แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาแสดงวิธีทำบนกระดานดำ กลุ่มละ 1 ข้อ และให้นักเรียนที่เหลือช่วยกันตรวจคำตอบและแก้ไขให้ถูกต้อง			
3. นักเรียนสามารถเปลี่ยนหน่วยพื้นที่ระหว่างหน่วยในมาตราเมตริกและหน่วยในมาตราไทยได้						

จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	หมายเหตุ
			2.3 ครูอธิบายการเปลี่ยนหน่วยพื้นที่ระหว่างมาตราเมตริกและมาตราไทยและให้นักเรียนทำกิจกรรม (1) ให้นักเรียนหาว่า 1 วา เท่ากับ กี่เมตร และพื้นที่ 1 ตารางวา เท่ากับกี่ตารางเมตร (ความยาว 1 วา = 2 เมตร) ดังนั้นพื้นที่ 1 ตารางวา = 2×2 ตารางเมตร = 4 ตารางเมตร (2) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำโจทย์ที่กำหนดให้กลุ่มละ 5 ข้อ ดังนี้ - พื้นที่ 4 ตารางวา มีกี่ตารางเมตร - พื้นที่ 100 ตารางวา มีกี่ตารางเมตร - พื้นที่ 400 ตารางเมตร มีกี่ตารางวา - พื้นที่ 1ไร่ มีกี่ตารางเมตร - พื้นที่ 8 ตารางกิโลเมตร มีกี่ตารางวา แล้วให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มออกมาแสดงวิธีทำบนกระดาน คำ กลุ่มละ 1 ข้อ และให้นักเรียนที่เหลือช่วยกันตรวจคำตอบแก้ไขให้ถูกต้อง 3. ชื่นชมสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปหน่วยการเปลี่ยนพื้นที่ในมาตราต่าง ๆ 4. ชื่นนำไปใช้ ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 6.3 เป็นการทำงาน			

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางนวลศรี ชื่อสกุล ชำนานุกิจ

เกิดวันที่ 1 พฤษภาคม พุทธศักราช 2498

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัด สุรินทร์

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 2 / 637 หมู่บ้านสุขสวัสดิ์วิลลา 12 ตำบลวัดไทรย์
อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 2 ระดับ 7

สถานที่ทำงานปัจจุบัน ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ ถนนสวรรค์วิถี
อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ 60000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2518	ม.ศ. 5 โรงเรียนศรีอยุธยา ถนนศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2520	ป.กศ. สูง (วิชาเอกคณิตศาสตร์ วิชาโท วิทยาศาสตร์และภาษาอังกฤษ) จาก วิทยาลัยครูจันทระเกษม
พ.ศ. 2522	กศ.บ. (วิชาเอก คณิตศาสตร์ วิชาโท ฟิสิกส์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน
พ.ศ. 2525	ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์) จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2544	กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

516.00711

พ 3467

83

การพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตชนทางเรขาคณิต
สำหรับนักศึกษาครู

บทคัดย่อ
ของ
นวลศรี ชำนาญกิจ

27 พ.ธ. 2544

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาคุษภูิบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2544

157714

นวลศรี ชำนาญกิจ. (2544). การพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู. ปรินญาณินทร์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร. พิชากร แปลงประสพโชค, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ ไชยสังข์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมวงษ์ แปลงประสพโชค

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาตัวแบบเพื่อสร้างสมรรถภาพการสอนภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตสำหรับนักศึกษาครู ประชากรที่ใช้ในการวิจัยได้แก่นักศึกษาครู ในสถาบันราชภัฏ โปรแกรมนิเทศศาสตร และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โดยตัวแบบเป็นการกำหนดแนวทางฝึกนักศึกษาครูให้มีประสบการณ์จริงในการสำรวจปัญหา ออกแบบกิจกรรมและทดลองใช้กิจกรรมและระดมสมองในการปรับปรุงการสอน

กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาครูที่ใช้ในการทดสอบตัวแบบ ได้แก่ นักศึกษาครู โปรแกรมนิเทศศาสตร ชั้นปีที่ 3 สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 23 คน และกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่ใช้ในการทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตจังหวัด นครสวรรค์และจังหวัดอุทัยธานี โดยการเลือกแบบเจาะจง ได้กลุ่มตัวอย่างโรงเรียน 4 โรงเรียน และ นักเรียน 10 ห้องเรียน จำนวน 313 คน โดยเนื้อหาที่ใช้ทดสอบตัวแบบคือเรื่องความเท่ากันทุกประการและพื้นที่

การพัฒนาตัวแบบผู้วิจัยดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอน คือ การร่างตัวแบบ การตรวจสอบตัวแบบ ฉบับร่างโดยผู้เชี่ยวชาญ การปรับปรุงตัวแบบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ การทดลองใช้ตัวแบบ และปรับปรุงแก้ไขตัวแบบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ตัวแบบที่พัฒนาขึ้นและเครื่องมือในการวัดและประเมินผล โดยตัวแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมี 3 ขั้นตอน คือ (1) การเตรียมข้อมูลของผู้สอน (2) การเตรียมนักศึกษาครู ประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้คือ นักศึกษาครูสำรวจภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ ผู้สอนเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักศึกษาครู นักศึกษาครูวิเคราะห์ผลเสียและเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไข นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมและตรวจสอบความเป็นไปได้ (3) การทดลองสอนภาคสนามของนักศึกษาครู มีกิจกรรมย่อย 2 กิจกรรมได้แก่นักศึกษาครูทดลองใช้กิจกรรม และ นักศึกษาครูประเมินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน เครื่องมือในการวัดและประเมินผลมี 2 ชุด คือ (1) แบบทดสอบความสามารถด้านความรู้ทางวิชาการของนักศึกษาครู ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ฉบับ (2) แบบทดสอบความสามารถทางวิชาชีพของนักศึกษาครู ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 4 ฉบับ

ผู้วิจัยได้ทดลองใช้ตัวแบบกับนักศึกษาครู ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โดยดำเนินกิจกรรมตามรายละเอียดในตัวแบบ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลโดย (1) ก่อนเรียนและหลังเรียนทดสอบเกี่ยวกับภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตและความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของนักศึกษาครู (2) หลังเรียนทดสอบความรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทดสอบความรู้ด้านหลักสูตรและวิธีสอน และทดสอบการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ ของนักศึกษาครู (3) ขณะนักศึกษาครูทดลองสอนภาคสนาม ประเมินความสามารถด้านการเตรียมการสอนและความสามารถในการดำเนินการสอนของนักศึกษาครู (4) ก่อนเรียนและหลังเรียนทดสอบภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากนักศึกษาครู จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของตัวแบบตามเกณฑ์

ผลการพัฒนาตัวแบบ ปรากฏว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าตัวแบบมีความเหมาะสม และผลการทดลองใช้ตัวแบบ ปรากฏว่าตัวแบบมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

THE DEVELOPMENT OF A MODEL TO CREATE TEACHING COMPETENCY ON
GEOMETRIC CONCEPT IMAGE FOR PRE-SERVICE TEACHERS

AN ABSTRACT
BY
NUANSRI CHAMNANKIT

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Doctor of Education degree in Mathematics Education
at Srinakharinwirot University
March 2001

Nuansri Chamnankit. (2001). *The Development of a Model to Create Teaching Competency on Geometric Concept Image for Pre-service Teachers*. Dissertation, Ed.D. (Mathematics Education). Bangkok : Graduate school, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assoc. Prof. Dr. Pichakorn Plaengprasopchoke, Asst. Prof. Dr. Supotch Chaiyasang, Asst. Prof. Dr. Somwong Plaengprasopchoke.

The purpose of this research was to develop a model to create teaching competency on geometric concept image for pre-service teachers. The populations for this study were pre-service teachers in Rajabhat Institute, majoring in mathematics, and Mathayomsuksa 2 students of academic year 2000. The model was assigned to train pre-service teachers in real situation for surveying problem, designing instructional activities, trying out the activities and brainstorming to improve teaching.

The sample used in the tryout of the model were 23 third year pre-service teachers majoring in mathematics in Rajabhat Institute Nakornsawan in the academic year 2000. And, those used in the tryout of the field practice teaching of the pre-services comprised 313 Mathayomsuksa 2 students selected by way of purposive sampling from 10 classes in 4 schools in Nakornsawan and Uthaitanee provinces. The contents in the study of the model were that of congruence and area.

Developing the model included four steps as follows : (1) Constructing the model (2) Validating the draft model by experts (3) Refining the model based on the expert's comments, and (4) Trying out and improving the model. The research tools composed of the developed model and assessment instruments. The constructed model was divided into three steps : (1) Gathering information by the instructor (2) Preparing the pre-service teachers (3) Field practice teaching. The Assessment instruments composed of 2 batteries of tests. One was academic competency tests which included 3 sub-tests. The other one was the professional competency tests which included 4 sub-test.

The researcher tested the model upon the group of pre-service teachers in semester 1 of academic year 2000 by conducting activities as suggested in the model. The data were then collected using the following procedures : (1) Providing pretest and posttest of the geometric concept image and geometric knowledge of pre-service teachers (2) Testing basic knowledge on curriculum and instruction, problem-solving and proof skills of pre-service teachers prior to the field teaching practice (3) While practice teaching, assessed the pre-service teachers on their teaching preparation and teaching performance (4) Providing pretest and posttest on geometric concept image of the students taught by the pre-service teachers, and then analyzed the data to find out the effectiveness of the model.

As the result of developed model was the experts agreed that the model was appropriate. And, the trying out the model proved effective and fit with suggested criterion.