

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง และเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง
2. การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน

ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง

ผู้วิจัยได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูงเรื่องวงกลม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งหมดจำนวน 10 แผน แบ่งเป็นแผนละ 45 นาที จำนวน 8 แผน และแผนละ 90 นาที จำนวน 2 แผน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง ประกอบด้วย การออกแบบบทเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การมอบหมายงานที่สอดคล้องกับระดับการรู้คิดของนักเรียน การมอบหมายงานกลุ่ม งานคู่ หรืองานเดี่ยวตามความเหมาะสม การประเมินผลระหว่างเรียน การเอื้อให้มีการสนทนาและการอภิปรายความรู้โดยนักเรียน การเขียนอย่างเป็นกิจวัตร และการสืบเสาะหาความรู้ โดยแต่ละแผนมีการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม

เป็นขั้นที่กระตุ้นความพร้อมของนักเรียนโดยใช้เกม หรือการพูดคุยสนทนาเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

2. ขั้นนำ

เป็นขั้นที่ครูทบทวนหรือตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ มีการชี้แจงจุดประสงค์ของบทเรียนให้นักเรียนทราบก่อนเรียนในทุกคาบเรียน

แผนที่ 1 ใช้กิจกรรมในการทบทวนส่วนประกอบของวงกลมที่นักเรียนเคยเรียนมาเพื่อประเมินและตรวจสอบความรู้เดิม และใช้ภาพส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวงกลมที่นักเรียนไม่รู้จักเพื่อนำเข้าสู่เนื้อหาใหม่ผ่านการพูดคุยสนทนาในชั้นเรียน

แผนที่ 2 ครูใช้กิจกรรมกลุ่ม “กางเท้าให้รันทันนะ” กลุ่ม 3 คน ให้นักเรียนวาดภาพส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวงกลมโดยที่มีลักษณะสัมพันธ์กับทฤษฎีบทที่สอนในคาบเรียนนี้

แผนที่ 3 ใช้กิจกรรมคู่ใช้นักเรียนสังเกตภาพที่ครูกำหนด และเขียนสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ด้วยตนเอง แล้วเล่าให้เพื่อนในกลุ่มฟังอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดกัน และนำเสนอให้เพื่อนในชั้นเรียนฟัง

แผนที่ 4 ครูพูดคุยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนอภิปรายโดยใช้แผ่นวงกลม (สื่อ) และทำความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางเรขาคณิตผ่านโปรแกรม Power Point

แผนที่ 5 ครูให้นักเรียนเล่นเป็นกลุ่มเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม มีการเสริมแรงทางบวกเพื่อให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วม

แผนที่ 6 ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงคำว่ารูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมและใช้กิจกรรมเดี่ยว “แนบในหรือไม่” เพื่อให้นักเรียนเขียนเหตุผลแล้วนำคำตอบของนักเรียนไปเชื่อมโยงสู่ความรู้ใหม่

แผนที่ 7 ครูให้นักเรียนเล่นเกมเป็นกลุ่มเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม มีการเสริมแรงทางบวกเพื่อให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วม และใช้การอธิบายเสริมจากโปรแกรม GSP

แผนที่ 8 ครูตรวจสอบความรู้เกี่ยวกับการสร้างโดยให้นักเรียนอธิบายวิธีการสร้าง โดยครูแสดงผ่านการใช้โปรแกรม GSP

แผนที่ 9 ให้นักเรียนทำกิจกรรมเดี่ยว “สัมผัสไหมจ๊ะ” โดยนักเรียนต้องสร้างและสำรวจเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลม และให้พูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิดกันภายในกลุ่มของนักเรียน

แผนที่ 10 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มวงกลมแนบในรูปสามเหลี่ยมพร้อมเขียนอธิบายวิธีการสร้าง ใช้การพูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิดภายในชั้นเรียนครูใช้โปรแกรม GSP เพื่อสรุปวิธีการสร้างในแต่ละแผน

3. ขั้นสอน

เป็นขั้นที่นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่จากงานตามระดับการรู้คิดที่สูงขึ้น โดยเน้นให้นักเรียนสืบเสาะเพื่อหาข้อสรุปของปัญหาด้วยตนเอง มีการถามเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนขณะทำกิจกรรม ใช้การนำเสนองานหรือใช้สื่อเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การสรุปบทเรียน

เรื่องส่วนประกอบของวงกลม และนิยามต่าง ๆ ครูใช้ภาพและใช้คำถามในใบกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนระบุลักษณะภาพที่นักเรียนเห็นเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นนิยามของส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวงกลม

เรื่องมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งและเรื่องเส้นสัมผัสวงกลม ครูออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนสรุปทฤษฎีด้วยตนเอง จากการสังเกต การวัดขนาด และการเขียนพิสูจน์ มีการนำเสนอผลงาน รวมทั้งมอบหมายแบบฝึกหัดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการใช้ทฤษฎีบทต่าง ๆ ในการหาคำตอบ

เรื่องคอร์ค ครูใช้กิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติงานด้วยตนเอง ใช้การสร้างและการเขียนพิสูจน์ เน้นการทำงานกลุ่มกระตุ้นให้มีการอภิปรายหาข้อสรุปของกลุ่ม มีการนำเสนอ หรือใช้เทคนิค Gallery walk ช่วยในการแบ่งปันความรู้

4. ขั้นสรุป

เป็นขั้นที่นักเรียนและครูร่วมกันสรุปสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในคาบเรียนทั้งหมด โดยใช้การอภิปรายในชั้นเรียนจากชิ้นงานของนักเรียน หรือจากสื่อของครู ให้นักเรียนทำ Exit Ticket ซึ่งเป็นใบงานสั้น ๆ ก่อนออกห้องเรียน เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนท้ายคาบ

2. การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน

2.1. การคิดเชิงเรขาคณิตระหว่างสอน

การจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง เรื่อง วงกลม มีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน โดยได้แบ่งเนื้อหาเรื่องวงกลมออกเป็น 10 แผนการจัดการเรียนรู้ 12 คาบเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาระดับการคิดเชิงเรขาคณิต โดยปรับตามกรอบแนวคิดของกูเฮอร์เรสและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998) ของนักเรียนในแต่ละด้านเพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องวงกลม ดังนี้ ด้านการตระหนักรู้เกี่ยวกับรูปร่าง ด้านการใช้นิยาม และด้านการพิสูจน์ ดังนี้

ด้านการตระหนักรู้เกี่ยวกับรูปร่าง (Recognition)

ด้านการตระหนักรู้เกี่ยวกับรูปร่าง เป็นด้านที่เน้นให้นักเรียนใช้ความรู้ในการระบุประเภทและลักษณะภายนอกของรูปเรขาคณิตซึ่งวงกลมถือเป็นเนื้อหาหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับเรขาคณิตที่นักเรียนต้องอาศัยความเข้าใจและตระหนักรู้เกี่ยวกับรูปร่าง โดยนักเรียนแสดงการคิดเชิงเรขาคณิตด้านการตระหนักรู้เกี่ยวกับรูปร่างในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องส่วนประกอบของวงกลม และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง สี่เหลี่ยมแนบในวงกลม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

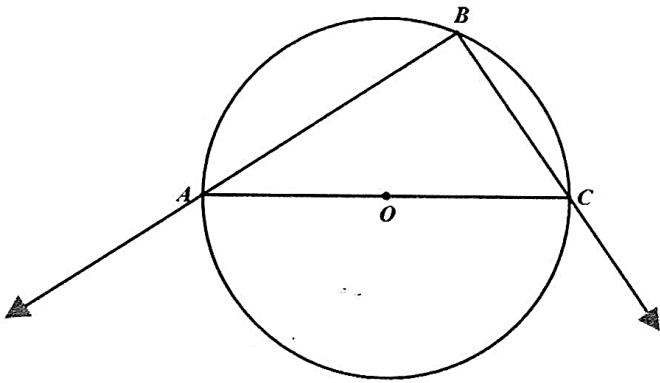
แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบของวงกลม

แผนจัดการเรียนรู้นี้มีเป้าหมายเพื่อให้ นักเรียนสามารถทราบส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวงกลม และสามารถจำแนกรูปวงกลมออกจากรูปเรขาคณิตชนิดอื่นได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งจากแบบสังเกตพฤติกรรม การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถบอกได้ว่าวงกลมมีลักษณะอย่างไร และมีการตระหนักว่ารูปร่างกลม ๆ ที่นักเรียนเห็นแท้จริงแล้วเป็นรูปวงกลมหรือไม่ จากการยกมือถามและแสดงเหตุผลกันภายในชั้นเรียน นอกจากนี้ นักเรียนแสดงระดับการคิดผ่านชิ้นงาน โดยลักษณะของคำตอบของนักเรียนที่แสดงการคิดเชิงเรขาคณิตในแต่ละระดับจะมีลักษณะ ดังนี้

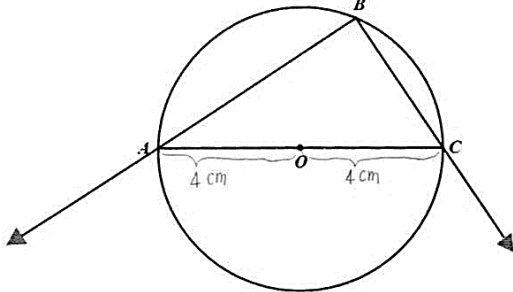
ระดับที่ 1 นักเรียนสามารถบอกรูปร่างทางเรขาคณิตที่เห็นได้ถูกต้อง

ระดับที่ 2 นักเรียนสามารถบอกรูปร่างทางเรขาคณิตที่เห็นได้ถูกต้อง และสามารถระบุคุณสมบัติของรูปเรขาคณิตที่นักเรียนสังเกตเห็นได้

ตารางที่ 4.1 สรุปจำนวนนักเรียนและตัวอย่างชิ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ปรับตามกรอบแนวคิดของกรูเธอร์สและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998) ในด้านการตระหนักเกี่ยวกับรูปร่าง

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 1	17 (94.44)	 ภาพที่นักเรียนเห็นมีลักษณะอย่างไรขออธิบาย รูปสามเหลี่ยม ABC ในวงกลมที่มีจุด O เป็นจุดศูนย์กลาง และ AC เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ระดับ การคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับ ที่ 2	1 (5.56)	 งานที่นักเรียนเห็นมีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง เป็นวงกลมที่มีเส้น AC เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง, มี O เป็นจุดศูนย์กลาง, มี AB และ BC เป็นเส้นรัศมีที่ต่อกันที่จุดศูนย์กลาง เส้นผ่านศูนย์กลางและ มี AO หรือ CO เป็นรัศมีของวงกลม, และตกในวงกลมมีรูป $\triangle ABC$, มี ABC เป็นครึ่งวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติผู้ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง สี่เหลี่ยมแนบในวงกลม

แผนจัดการเรียนรู้นี้มีเป้าหมายเพื่อให้ทราบว่ารูปใดเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลม และนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลมไปใช้ในการหาค่าของมุมที่ครูกำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุรูปร่างที่นักเรียนเห็นพร้อมให้เหตุผลประกอบ โดยลักษณะของคำตอบของนักเรียนที่แสดงการคิดเชิงเรขาคณิตในแต่ละระดับจะมีลักษณะ ดังนี้

ระดับที่ 1 นักเรียนสามารถบอกรูปร่างทางเรขาคณิตที่เห็นได้ถูกต้อง

ระดับที่ 2 นักเรียนสามารถบอกรูปร่างทางเรขาคณิตที่เห็นได้ถูกต้องและบอกสมบัติของรูปเรขาคณิตที่นักเรียนสังเกตเห็นได้

ตารางที่ 4.2 สรุปจำนวนนักเรียนและตัวอย่างชิ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ปรับตามกรอบแนวคิดของกรูเชอเรสและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998) ในด้านการตระหนักเกี่ยวกับรูปร่าง

ระดับการ คิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 1	0 (0.00)	-

วงกลม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การสร้างและการพิสูจน์เกี่ยวกับคอร์ด แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง คอร์ดที่ยาวเท่ากัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม

ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้มีเป้าหมายหลักคือ เพื่อให้นักเรียนนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งไปใช้ในการหาค่าของมุมที่ระบุกำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เขียนวิธีการหาคำตอบ และสามารถตอบได้ว่านักเรียนใช้ทฤษฎีบทใดในการหาคำตอบ โดยลักษณะของคำตอบของนักเรียนที่แสดงการคิดเชิงเรขาคณิตในแต่ละระดับจะมีลักษณะดังนี้

ระดับที่ 1 นักเรียนไม่ทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดและไม่สามารถเลือกใช้นิยามในการหาคำตอบได้

ระดับที่ 2 นักเรียนสามารถบอกและทราบความหมายของสิ่งที่โจทย์กำหนด แต่ไม่ทราบว่าควรใช้ทฤษฎีบทใดในการหาคำตอบ

ระดับที่ 3 นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้โดยใช้ทฤษฎีบท และสามารถเขียนระบุทฤษฎีบทที่ใช้ในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับที่ 4 นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้โดยใช้ทฤษฎีบท สามารถเขียนระบุทฤษฎีบททั้งหมดที่ใช้ในการหาคำตอบได้ และสามารถตรวจสอบความถูกต้องของทฤษฎีบทที่นำมาใช้ในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ตารางที่ 4.3 สรุปจำนวนนักเรียนและตัวอย่างชิ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ปรับตามกรอบแนวคิดของกรูเอเรสและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998) ในด้านการใช้นิยาม

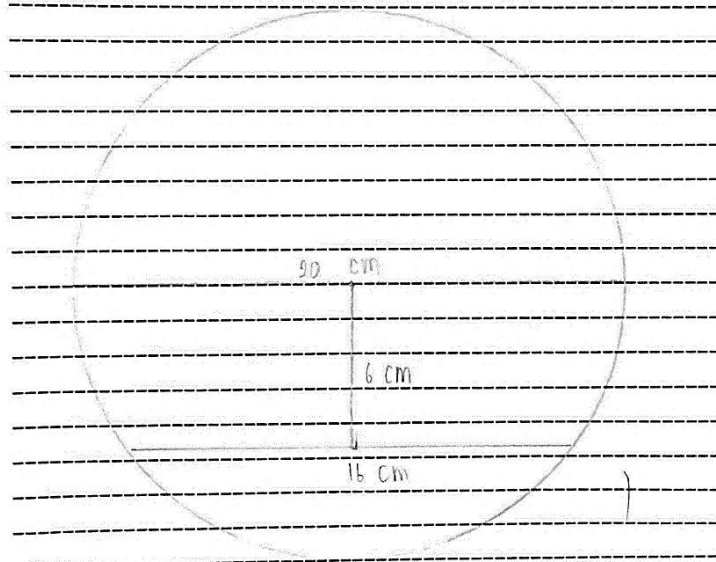
ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 1	0 (0.00)	-

ระดับที่ 2 นักเรียนสามารถวาดภาพจากโจทย์ปัญหาแต่ไม่ทราบว่าจะใช้ทฤษฎีบทในการหาคำตอบได้อย่างไร

ระดับที่ 3 นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้โดยใช้ทฤษฎีบท และสามารถเขียนระบุทฤษฎีบทที่ใช้ในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับที่ 4 นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้โดยใช้ทฤษฎีบท สามารถเขียนระบุทฤษฎีบททั้งหมดที่ใช้ในการหาคำตอบได้ และสามารถตรวจสอบความถูกต้องของทฤษฎีบทที่นำมาใช้ในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ตารางที่ 4.4 สรุปจำนวนนักเรียนและตัวอย่างชิ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ปรับตามกรอบแนวคิดของกรูเธอร์สและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998) ในด้านการใช้นิยาม

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 1	0 (0.00)	-
ระดับที่ 2	3 (16.67)	วงกลมวงหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร $\overline{AB}$ เป็นคอร์ดที่อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร จงหาความยาวของ $\overline{AB}$ 

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 3	15 (83.34)	วงกลมวงหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร $\overline{AB}$ เป็นคอร์ดที่อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร จงหาความยาวของ $\overline{AB}$ เส้นผ่านศูนย์กลาง = 20 $\therefore$ รัศมี = 10 10 cm 6 cm 10 b x $C^2 = O^2 + b^2$ $10^2 = 6^2 + x^2$ $100 - 36 = x^2$ $64 = x^2$ $8 = x$ $\therefore 8 + 8 = 16$ ($OC \perp AB$ ให้ $BC = CA$) หรือ $AB = 16$ cm
ระดับที่ 4	0 (0.00)	-

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติผู้ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม

ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้มีเป้าหมายหลักคือ เพื่อให้นักเรียนนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลมในการหาค่าของมุมที่ครูกำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถ เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เขียนวิธีการหาคำตอบ และสามารถตอบได้ว่านักเรียนใช้ทฤษฎีบทใดในการหาคำตอบ โดยลักษณะของคำตอบของนักเรียนที่แสดงการคิดเชิงเรขาคณิตในแต่ละระดับจะมีลักษณะดังนี้

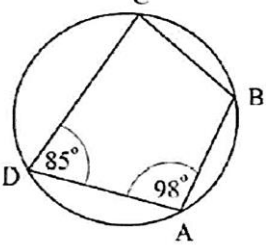
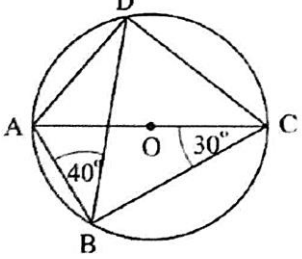
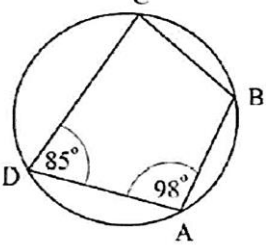
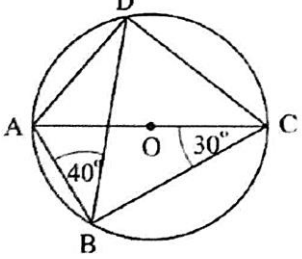
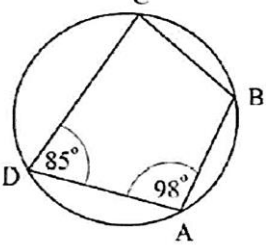
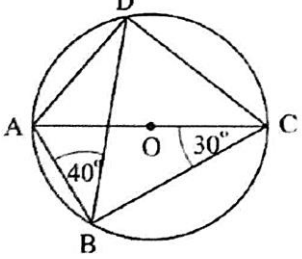
ระดับที่ 1 นักเรียนไม่ทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดและไม่สามารถเลือกใช้นิยามในการหาคำตอบได้

ระดับที่ 2 นักเรียนสามารถบอกและทราบความหมายของสิ่งที่โจทย์กำหนด แต่ไม่ทราบว่าควรใช้ทฤษฎีบทใดในการหาคำตอบ

ระดับที่ 3 นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้โดยใช้ทฤษฎีบท และสามารถเขียนระบุทฤษฎีบทที่ใช้ในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับที่ 4 นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้โดยใช้ทฤษฎีบท สามารถเขียนระบุทฤษฎีบททั้งหมดที่ใช้ในการหาคำตอบได้และสามารถตรวจสอบความถูกต้องของทฤษฎีบทที่นำมาใช้ในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ตารางที่ 4.5 สรุปจำนวนนักเรียนและตัวอย่างชิ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ปรับตามกรอบแนวคิดของกรูเชอเรสและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998) ในด้านการใช้นิยาม

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต									
ระดับที่ 1	0 (0.00)	-									
ระดับที่ 2	0 (0.00)	-									
ระดับที่ 3	18 (100.00)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>งานคำถาม</th><th>วิธีคิดและคำตอบ</th><th>ทฤษฎีบทที่ใช้</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td> 1) มุม $\widehat{DCB}$ มีขนาดเท่าใด  </td><td> $\widehat{C} + 98^\circ = 180^\circ$ $\widehat{C} = 180^\circ - 98^\circ$ $\widehat{C} = 82^\circ$ </td><td>10</td></tr> <tr> <td> 2) มุม $\widehat{ADC}$ มีขนาดเท่าใด  </td><td> $\widehat{ABC} = 90^\circ$ เพราะเป็นมุมในครึ่งวงกลม $\widehat{B} + \widehat{D} = 180^\circ$ $\widehat{D} = 180^\circ - 90^\circ$ $\widehat{D} = 90^\circ$ </td><td>1, 10</td></tr> </tbody> </table>	งานคำถาม	วิธีคิดและคำตอบ	ทฤษฎีบทที่ใช้	1) มุม $\widehat{DCB}$ มีขนาดเท่าใด 	$\widehat{C} + 98^\circ = 180^\circ$ $\widehat{C} = 180^\circ - 98^\circ$ $\widehat{C} = 82^\circ$	10	2) มุม $\widehat{ADC}$ มีขนาดเท่าใด 	$\widehat{ABC} = 90^\circ$ เพราะเป็นมุมในครึ่งวงกลม $\widehat{B} + \widehat{D} = 180^\circ$ $\widehat{D} = 180^\circ - 90^\circ$ $\widehat{D} = 90^\circ$	1, 10
งานคำถาม	วิธีคิดและคำตอบ	ทฤษฎีบทที่ใช้									
1) มุม $\widehat{DCB}$ มีขนาดเท่าใด 	$\widehat{C} + 98^\circ = 180^\circ$ $\widehat{C} = 180^\circ - 98^\circ$ $\widehat{C} = 82^\circ$	10									
2) มุม $\widehat{ADC}$ มีขนาดเท่าใด 	$\widehat{ABC} = 90^\circ$ เพราะเป็นมุมในครึ่งวงกลม $\widehat{B} + \widehat{D} = 180^\circ$ $\widehat{D} = 180^\circ - 90^\circ$ $\widehat{D} = 90^\circ$	1, 10									
ระดับที่ 4	0 (0.00)	-									

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การสร้างและการพิสูจน์เกี่ยวกับคอร์ด

ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้มีเป้าหมายหลักคือ เพื่อให้นักเรียนนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้การสร้างเพื่อหาคำจากโจทย์ และหาคำตอบของปัญหาผ่านการเชื่อมโยงทฤษฎีบท โดยลักษณะของคำตอบของนักเรียนที่แสดงการคิดเชิงเรขาคณิตในแต่ละระดับจะมีลักษณะดังนี้

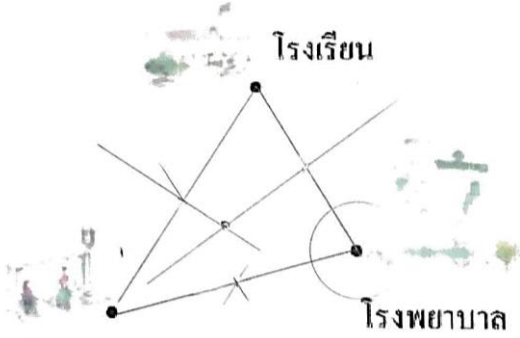
ระดับที่ 1 นักเรียนไม่ทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดและไม่สามารถวาดภาพจากโจทย์ได้ถูกต้อง

ระดับที่ 2 นักเรียนสามารถวาดภาพจากโจทย์ปัญหาแต่ไม่ทราบว่าจะใช้ทฤษฎีบทในการหาคำตอบได้อย่างไร

ระดับที่ 3 นักเรียนสามารถวาดภาพจากโจทย์ปัญหาและสามารถใช้ทฤษฎีบทในการหาคำตอบถูกต้อง

ระดับที่ 4 นักเรียนสามารถวาดภาพจากโจทย์ปัญหา สามารถใช้ทฤษฎีบทในการหาคำตอบได้ ได้ถูกต้องและสามารถตรวจสอบความถูกต้องของทฤษฎีบทที่นำมาใช้ในการหาคำตอบได้

ตารางที่ 4.6 สรุปจำนวนนักเรียนและตัวอย่างชิ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ปรับตามกรอบแนวคิดของกรูเชอเรสและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998) ในด้านการใช้นิยาม

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 1	3 (16.67)	 ท่ารถประจำทาง หาจุดที่ไกลจากระหว่างโรงเรียนกับท่ารถ และ โรงเรียนกับโรงพยาบาล แล้ววัดเส้นในจุดที่ได้เป็นจุดศูนย์กลาง ค่ะ อ.สุภาว

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 2	3 (16.67)	คณะกรรมการขององค์การบริหารส่วนตำบลแห่งหนึ่ง ต้องการสร้างตลาดสดแห่งใหม่อยู่ห่างจากโรงเรียน โรงพยาบาลและท่ารถประจำทาง ซึ่งอยู่บนถนนคนละสายเป็นระยะทางเท่าๆ กันจงหาตำแหน่งที่สร้างตลาดสดแห่งนี้ร้อนอบอวลยวิธิการหาตำแหน่ง
ระดับที่ 3	12 (66.67)	คณะกรรมการขององค์การบริหารส่วนตำบลแห่งหนึ่ง ต้องการสร้างตลาดสดแห่งใหม่อยู่ห่างจากโรงเรียน โรงพยาบาลและท่ารถประจำทาง ซึ่งอยู่บนถนนคนละสายเป็นระยะทางเท่าๆ กันจงหาตำแหน่งที่สร้างตลาดสดแห่งนี้ร้อนอบอวลยวิธิการหาตำแหน่ง
ระดับที่ 4	0 (0.00)	-

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง
คอร์ดที่ยาวเท่ากัน

ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้มีเป้าหมายหลักคือ เพื่อให้นักเรียนนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่เท่ากันไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถวาดภาพจากโจทย์และหาคำตอบของปัญหาผ่านการเชื่อมโยงทฤษฎีบท โดยลักษณะของคำตอบของนักเรียนที่แสดงการคิดเชิงเรขาคณิตในแต่ละระดับจะมีลักษณะดังนี้

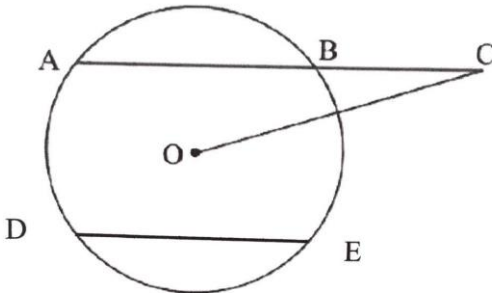
ระดับที่ 1 นักเรียนไม่ทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดและไม่สามารถนำทฤษฎีบทมาใช้ในการหาคำตอบได้

ระดับที่ 2 นักเรียนทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดแต่ไม่ทราบว่าจะใช้ทฤษฎีบทในการหาคำตอบได้อย่างไร

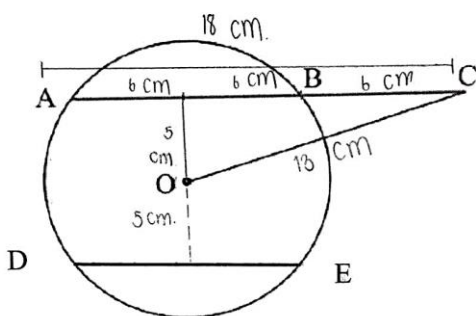
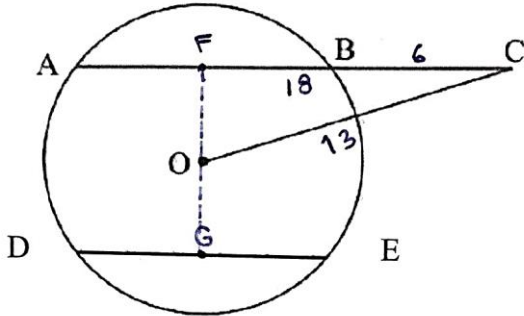
ระดับที่ 3 นักเรียนทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดและสามารถใช้ทฤษฎีบทในการหาคำตอบถูกต้อง

ระดับที่ 4 นักเรียนทราบสิ่งที่โจทย์กำหนด สามารถเลือกใช้ทฤษฎีบทในการหาคำตอบได้ถูกต้องและสามารถตรวจสอบความถูกต้องของทฤษฎีบทที่นำมาใช้ในการหาคำตอบได้

ตารางที่ 4.7 สรุปจำนวนนักเรียนและตัวอย่างชิ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ปรับตามกรอบแนวคิดของกรูเชอเรสและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998) ในด้านการใช้นิยาม

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 1	1 (5.56)	 จากรูป จุด O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม $AC = 18$ เซนติเมตร $BC = 6$ เซนติเมตร $OC = 13$ เซนติเมตร และ $AB = DE$ จงหาว่า $\overline{DE}$ อยู่ห่างจากจุด O กี่เซนติเมตร <u>DE ห่างจากจุด $O = 5$ cm</u>

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

ระดับการ คิด	จำนวน คน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 2	9 (50.00)	 จากรูป จุด O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม $AC = 18$ เซนติเมตร $BC = 6$ เซนติเมตร $OC = 13$ เซนติเมตร และ $AB = DE$ จงหาว่า $\overline{DE}$ อยู่ห่างจากจุด O กี่เซนติเมตร $\overline{DE}$ ห่างจากจุด $O = 5$ cm.
ระดับที่ 3	8 (44.44)	 จากรูป จุด O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม $AC = 18$ เซนติเมตร $BC = 6$ เซนติเมตร $OC = 13$ เซนติเมตร และ $AB = DE$ จงหาว่า $\overline{DE}$ อยู่ห่างจากจุด O กี่เซนติเมตร $AB = 18 - 6 = 12$ cm ครึ่ง $AB = 12 \div 2 = 6$ สร้างจุด F, G เป็นจุดกึ่งกลาง AB และ DE $OF = OG$ ขดขยี้ยาวที่ 11 ใช้ทฤษฎีบท $13^2 - 12^2 = OF^2$ $169 - 144 = OF^2$ $OF^2 = 25$ $OF = \sqrt{25} = 5$ ตอบ 5 cm
ระดับที่ 4	0 (0.00)	-

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี

ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้มีเป้าหมายหลักคือ เพื่อให้นักเรียนนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมีไปใช้ในการหาค่าของมุมที่ครูกำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถ เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เขียนวิธีการหาคำตอบ และสามารถตอบได้ว่านักเรียนใช้ทฤษฎีบทใดในการหาคำตอบ โดยลักษณะของคำตอบของนักเรียนที่แสดงการคิดเชิงเรขาคณิตในแต่ละระดับจะมีลักษณะดังนี้

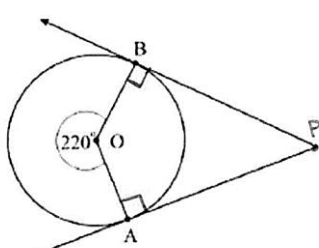
ระดับที่ 1 นักเรียนไม่ทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดและไม่สามารถเลือกใช้นิยามในการหาคำตอบได้

ระดับที่ 2 นักเรียนสามารถบอกและทราบความหมายของสิ่งที่โจทย์กำหนด แต่ไม่ทราบว่าควรใช้ทฤษฎีบทใดในการหาคำตอบ

ระดับที่ 3 นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้โดยใช้ทฤษฎีบท และสามารถเขียนระบุทฤษฎีบทที่ใช้ในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับที่ 4 นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้โดยใช้ทฤษฎีบท สามารถเขียนระบุทฤษฎีบททั้งหมดที่ใช้ในการหาคำตอบได้ และสามารถตรวจสอบความถูกต้องของทฤษฎีบทที่นำมาใช้ในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ตารางที่ 4.8 สรุปจำนวนนักเรียนและตัวอย่างชิ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ปรับตามกรอบแนวคิดของกูเรอเรสและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998) ในด้านการใช้นิยาม

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 1	0 (0.00)	-
ระดับที่ 2	0 (0.00)	-
ระดับที่ 3	18 (100.00)	จากรูป $\overline{PA}$ และ $\overline{PB}$ สัมผัสวงกลม O ที่จุด A และจุด B ตามลำดับ และมุมกลับ $AOB = 220^\circ$ จงหาขนาดของ $\angle APB$  วิธีคิด $\angle$ ของสี่เหลี่ยม $OPBoA$ $\angle 90^\circ \times 2$ มุม $\rightarrow$ ทฤษฎีบทที่ 13 สี่เหลี่ยม O และ A และ $\angle BOA = 360 - 220 = 140$ เ.ม. $\angle APB = 360 - 140 - 90 - 90$ $= 40^\circ$ คำตอบ 40° ทฤษฎีบทที่ใช้ 13, 15

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 4	0 (0.00)	-

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติผู้ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ค

ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้มีเป้าหมายหลักคือ เพื่อให้นักเรียนนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์คไปใช้ในการหาค่าของมุมที่ครูกำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถ เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เขียนวิธีการหาคำตอบ และสามารถตอบได้ว่านักเรียนใช้ทฤษฎีบทใดในการหาคำตอบ โดยลักษณะของคำตอบของนักเรียนที่แสดงการคิดเชิงเรขาคณิตในแต่ละระดับจะมีลักษณะดังนี้

ระดับที่ 1 นักเรียนไม่ทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดและไม่สามารถเลือกใช้นิยามในการหาคำตอบได้

ระดับที่ 2 นักเรียนสามารถบอกและทราบความหมายของสิ่งที่โจทย์กำหนด แต่ไม่ทราบว่าควรใช้ทฤษฎีบทใดในการหาคำตอบ

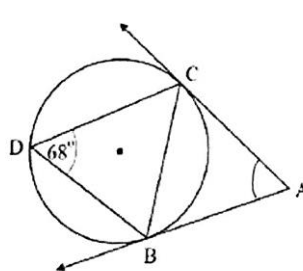
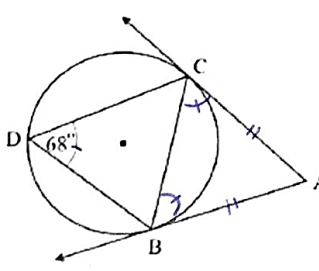
ระดับที่ 3 นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้โดยใช้ทฤษฎีบท และสามารถเขียนระบุทฤษฎีบทที่ใช้ในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับที่ 4 นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้โดยใช้ทฤษฎีบท สามารถเขียนระบุทฤษฎีบททั้งหมดที่ใช้ในการหาคำตอบได้ และสามารถตรวจสอบความถูกต้องของทฤษฎีบทที่นำมาใช้ในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ตารางที่ 4.9 สรุปจำนวนนักเรียนและตัวอย่างชิ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ปรับตามกรอบแนวคิดของกรูเชอเรสและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998) ในด้านการใช้นิยาม

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 1	0 (0.00)	-

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ระดับการ คิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 2	5 (27.78)	ใช้ จากรูป $\overline{AB}$ และ $\overline{AC}$ สัมผัสวงกลมที่จุด B และจุด C ตามลำดับ และ $\angle BDC = 68^\circ$ จงหาขนาดของ $\angle BAC$  $\angle BDC = 68^\circ$ $\angle BAC = 44^\circ$ 16
ระดับที่ 3	13 (72.22)	ทฤษฎีบทที่ใช้ จากรูป $\overline{AB}$ และ $\overline{AC}$ สัมผัสวงกลมที่จุด B และจุด C ตามลำดับ และ $\angle BDC = 68^\circ$ จงหาขนาดของ $\angle BAC$  $\overline{CA} = \overline{BA}$ $\therefore \triangle CBA$ เป็น $\triangle$ เท่าตัว $\angle CBA = \angle CAB$ $= 68^\circ$ $\angle ACB = \angle CBA$ $= 68^\circ$ $\therefore 180 - 68 - 68$ $\angle A = 180 - 136$ $= 44^\circ$ 15916
ระดับที่ 4	0 (0.00)	-

จากชิ้นงานและแบบสังเกตการคิดเชิงเรขาคณิตที่แสดงให้เห็นถึงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตด้านการใช้นิยามของนักเรียนในระดับต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่าจำนวนนักเรียนที่แสดงการคิดเชิงเรขาคณิตในระดับที่ 1 มีแนวโน้มลดลง เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง และจำนวนนักเรียนที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตระดับที่ 3 ซึ่งถือว่าเป็นระดับการคิดที่สูงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 100 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

ด้านการพิสูจน์ (Proof)

ด้านการพิสูจน์ เป็นด้านที่เน้นให้นักเรียนใช้ความรู้ในการให้เหตุผลอย่างสมบัติ นิยาม หรือ ทฤษฎีบททางเรขาคณิต ซึ่งเนื้อหาเรื่องวงกลมถือเป็นเนื้อหาหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับเรขาคณิตที่นักเรียนต้องมีความสามารถเกี่ยวกับการอ้างเหตุผลเพื่อใช้ในการพิสูจน์ โดยนักเรียนแสดงการคิดเชิงเรขาคณิตด้านการพิสูจน์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง มุมและส่วนโค้งที่รองรับมุม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง คอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การสร้างและการพิสูจน์เกี่ยวกับคอร์ด แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง คอร์ดที่ยาวเท่ากัน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

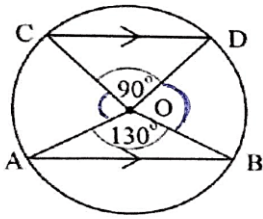
แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงเรขาคณิตในด้านการใช้นิยาม หรือทฤษฎีบทในการหาคำตอบ แต่จากแบบสังเกตการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน พบว่าในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมในชั้นสอน ครูและนักเรียนได้ร่วมกันพิสูจน์ทฤษฎีบท 1 มุมในครึ่งวงกลมจะมีขนาด 90 องศา ซึ่งนักเรียนในชั้นเรียนส่วนมากตอบคำถามที่แสดงให้เห็นเกี่ยวกับการคิดด้านการพิสูจน์ โดยมีการอ้างนิยาม สมบัติของรูปสามเหลี่ยมและทฤษฎีบทมาเป็นเหตุผลของการพิสูจน์ได้เป็นอย่างดีทำให้ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนบางส่วนมีแนวโน้มว่ามีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ค่อนข้างสูง

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง มุมและส่วนโค้งที่รองรับมุม

แผนการจัดการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนฝึกใช้ความรู้เกี่ยวกับมุมและส่วนโค้งที่รองรับมุมไปใช้ในการให้เหตุผลสำหรับการพิสูจน์ ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนอ้างเหตุผลโดยใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมและส่วนโค้งที่รองรับมุม จากแบบสังเกตการคิดเชิงเรขาคณิตพบว่านักเรียนส่วนมากสามารถให้เหตุผลและหาคำตอบของปัญหาที่ครูกำหนดได้ถูกต้อง และมีแนวโน้มที่จะพัฒนาสู่การพิสูจน์ที่ถูกต้อง ดังภาพที่ 4.1

4. จากรูป จุด O เป็นจุดศูนย์กลางวงกลม จงหาขนาดของ $\angle AOC$ และขนาดของ $\angle BOD$ พร้อมทั้งให้เหตุผลจะบอกทฤษฎีบทที่ใช้



1. $\overline{CD} \parallel \overline{AB} \rightarrow$ โจทย์กำหนด

2. มุมที่จุด $O = 360^\circ \rightarrow$ ผลรวม

3. $\angle AOC + \angle BOD = 360 - 90 - 130 = 140$

4. $\angle AOC = 70 \rightarrow 140 \div 2$

5. $\angle BOD = 70 \rightarrow 140 \div 2$

ภาพที่ 4.1 แสดงตัวอย่างการให้เหตุผลในการพิสูจน์ของนักเรียน

จากภาพจะเห็นว่านักเรียนสามารถให้เหตุผลและหาที่มาของคำตอบได้ในระดับหนึ่งแต่ยังไม่สามารถเขียนพิสูจน์ อ้างทฤษฎีบทได้ชัดเจนทำให้ยังไม่สามารถวัดระดับการคิดด้านการพิสูจน์ได้

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติผู้ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง คอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการพิสูจน์ในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้พิสูจน์ และทำการพิสูจน์จนได้ข้อสรุป โดยลักษณะของคำตอบของนักเรียนที่แสดงการคิดเชิงเรขาคณิตในแต่ละระดับจะมีลักษณะดังนี้

วัดระดับไม่ได้ นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพิสูจน์ได้

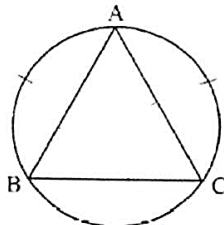
ระดับที่ 2 นักเรียนสามารถทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้พิสูจน์และพิสูจน์ข้อความได้จากการใช้ตัวอย่าง หรือการวัด

ระดับที่ 3 นักเรียนสามารถทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้พิสูจน์และพิสูจน์ข้อความได้โดยการเขียนที่ไม่เป็นทางการ

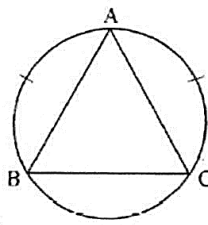
ระดับที่ 4 นักเรียนสามารถทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้พิสูจน์และพิสูจน์ข้อความได้โดยการเขียนพิสูจน์ที่ใช้ภาษาเป็นทางการถูกต้องสมบูรณ์

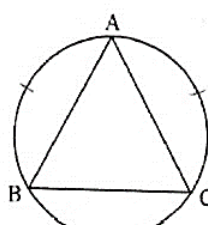
ตารางที่ 4.10 สรุปจำนวนนักเรียนและตัวอย่างชิ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ปรับตามกรอบแนวคิดของกูเฮอร์เรสและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998) ในด้านการพิสูจน์

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต

ระดับการ คิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
วิเคราะห์ ไม่ได้	4 (22.22)	จากรูป $m(\widehat{AB}) = m(\widehat{AC})$ จงพิสูจน์ว่า $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว  $m(\widehat{AB}) = m(\widehat{AC})$ ใจจดจ่อเกินไป $\widehat{AB} = \widehat{AC}$ ทฤษฎีบท 7

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

ระดับการ คิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 2	8 (44.44)	จากรูป $m(\widehat{AB}) = m(\widehat{AC})$ จงพิสูจน์ว่า $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว  $m(\widehat{AB}) = m(\widehat{AC})$ $3.5 = 3.5$ $\triangle ABC$ เป็น $\triangle$ หน้าจั่ว เพราะมีด้านสองด้านเท่ากัน $AB = AC$ เพราะ $\widehat{AB} = \widehat{AC}$ มีค่านิยมส่วนโค้งเท่ากัน
ระดับที่ 3	6 (33.33)	

ระดับการ คิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
		จากรูป $m(\widehat{AB}) = m(\widehat{AC})$ จงสรุปว่า $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว  กำหนด $m(\widehat{AB}) = m(\widehat{AC})$ ดังนั้น $\widehat{AB} = \widehat{AC}$ จากข้อเท็จจริงที่ 7 ถ้าสองมุมตรงกลางตัดกัน ของวงกลมในข้อนี้จะได้เส้นเชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางของวงกลม หน้าจั่ว ดังนั้นได้ว่า $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เพราะ $\widehat{AB}$ และ $\widehat{AC}$ เป็นมุมตรงกลางของ $\triangle ABC$ จึงได้หน้าจั่ว
ระดับที่ 4	0 (0.00)	-

**แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติผู้ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง
คอร์ดและจุดศูนย์กลางวงกลม**

แผนการจัดการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับคอร์ดและจุดศูนย์กลางวงกลมไปใช้ในการพิสูจน์ในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้พิสูจน์ และทำการพิสูจน์จนได้ข้อสรุป โดยลักษณะของคำตอบของนักเรียนที่แสดงการคิดเชิงเรขาคณิตในแต่ละระดับจะมีลักษณะดังนี้

วัดระดับไม่ได้ นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพิสูจน์ได้

ระดับที่ 2 นักเรียนสามารถทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้พิสูจน์และพิสูจน์ข้อความได้จากการใช้ตัวอย่าง หรือการวัด

ระดับที่ 3 นักเรียนสามารถทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้พิสูจน์และพิสูจน์ข้อความได้โดยการเขียนที่ไม่เป็นทางการ

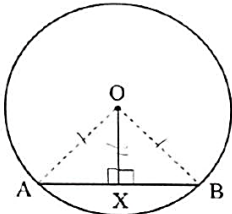
ระดับที่ 4 นักเรียนสามารถทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้พิสูจน์และพิสูจน์ข้อความได้โดยการเขียนพิสูจน์ที่ใช้ภาษาเป็นทางการถูกต้องสมบูรณ์

ตารางที่ 4.11 สรุปจำนวนนักเรียนและตัวอย่างชิ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ปรับตามกรอบแนวคิดของกูเธเรสและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998) ในด้านการพิสูจน์

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
วัดระดับไม่ได้	4 (22.22)	$\overline{AX} = \overline{XB}$ เพราะว่าเส้นที่สั้นที่สุดที่เชื่อมจุด A กับ B $\overline{AO} = \overline{OB}$ เพราะว่าเส้นที่สั้นที่สุดที่เชื่อมจุด A กับ B $\overline{OX} = \overline{AX}$ เพราะว่าเส้นที่สั้นที่สุดที่เชื่อมจุด O กับ X $\overline{AX} = \overline{OX}$ เพราะว่าเส้นที่สั้นที่สุดที่เชื่อมจุด A กับ X $\overline{XB} = \overline{OX}$ เพราะว่าเส้นที่สั้นที่สุดที่เชื่อมจุด X กับ B $\overline{AX} = \overline{XB} = \overline{OX}$ เพราะว่าเส้นที่สั้นที่สุดที่เชื่อมจุด A กับ X และ X กับ B $\overline{AX} + \overline{XB} = \overline{AB}$ เพราะว่าเส้นที่สั้นที่สุดที่เชื่อมจุด A กับ B
ระดับที่ 2	0 (0.00)	-

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 3	14 (77.78)	

ระดับการ คิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
		 กำหนดให้ จุด O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม OX ตั้งฉากกับคอร์ด AB ที่จุด X จงพิสูจน์ว่า OX แบ่งครึ่ง AB จุด O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม $OX \perp AB$ ที่จุด X $OA = OB$ (รัศมี) $\angle OXA = \angle OXB = 90^\circ$ $OX = OX$ (ส่วนร่วม) $\uparrow$ $\triangle OXA \cong \triangle OXB$ เพราะ Δ ครบ 3 เงื่อนไข $\therefore AX = XB$ $\therefore OX$ แบ่งครึ่ง AB
ระดับที่ 4	0 (0.00)	-

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลลัพธ์ขั้นสูง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง คอร์ดที่ยาวเท่ากัน

แผนการจัดการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากัน ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้พิสูจน์ และทำการพิสูจน์จนได้ข้อสรุป โดยลักษณะของคำตอบของนักเรียนที่แสดงการคิดเชิงเรขาคณิตในแต่ละระดับจะมีลักษณะดังนี้

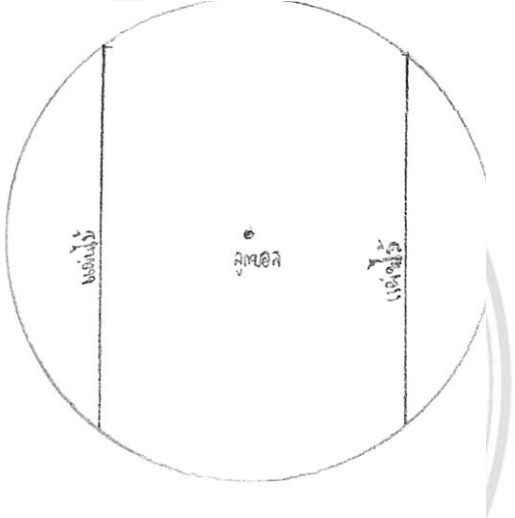
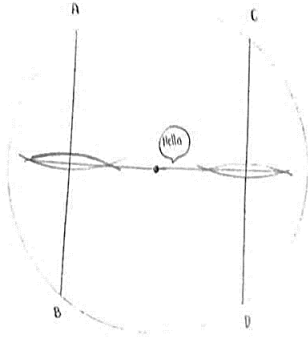
วัดระดับไม่ได้ นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพิสูจน์ได้

ระดับที่ 2 นักเรียนสามารถทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้พิสูจน์และพิสูจน์ข้อความได้จากการใช้ตัวอย่าง หรือการวัด

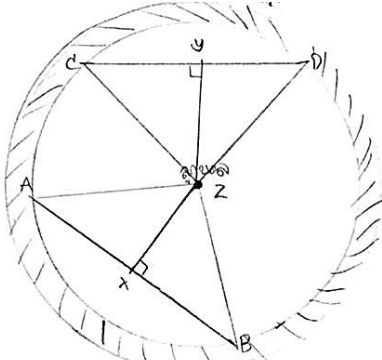
ระดับที่ 3 นักเรียนสามารถทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้พิสูจน์และพิสูจน์ข้อความได้โดยการเขียนที่ไม่เป็นทางการ

ระดับที่ 4 นักเรียนสามารถทราบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้พิสูจน์และพิสูจน์ข้อความได้โดยการเขียนพิสูจน์ที่ใช้ภาษาเป็นทางการถูกต้องสมบูรณ์

ตารางที่ 4.12 สรุปจำนวนนักเรียนและตัวอย่างชิ้นงานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ปรับตามกรอบแนวคิดของกรูเธอร์สและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998) ในด้านการพิสูจน์

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
วัดระดับไม่ได้	8 (44.44)	 เพราะ จุดกึ่งกลางของ وتر เส้นรอบวง และ จุดศูนย์กลาง อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน
ระดับที่ 2	6 (33.33)	 แบ่งครึ่งเส้นคอร์ด AB แบ่งครึ่งเส้นตั้งฉาก คอร์ด CD - คอร์ดเส้นคอร์ด AB กับครึ่งเส้นคอร์ด CD ครึ่งของเส้นคอร์ดแต่ละเส้นจะตั้งฉากกับเส้นตั้งฉากของคอร์ด (จุดศูนย์กลาง) เท่ากัน - ถ้าได้โหนดใดโหนดหนึ่ง ระยะห่างจากคอร์ด AB ห่วงจุดศูนย์กลาง 2.2 cm. ระยะห่างจากคอร์ด CD ห่วงจุดศูนย์กลาง 2.2 cm.

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ระดับการคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างชิ้นงานที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต
ระดับที่ 3	4 (22.22)	 กำหนดให้ : ไม้ท่อนที่ 1 = คอร์ดใน $\odot$ $z = \overline{AB}$ ไม้ท่อนที่ 2 = คอร์ดใน $\odot$ $z = \overline{CD}$ จุดบดที่ติดต่อยู่ตรงกลาง = จุดศูนย์กลางของวงกลม = z พิสูจน์ : ① $\overline{AB} = \overline{CD}$; โจทย์กำหนด ② $\overline{xz} \perp \overline{AB}, \overline{yz} \perp \overline{CD}$; โจทย์กำหนด ③ $\overline{AX} = \overline{xz}, \overline{CY} = \overline{yz}$; โจทย์กำหนด ④ $\overline{AZ} = \overline{xz} = \overline{yz} = \overline{CZ}$; ③ ⑤ $\overline{AZ} = \overline{CZ} = \overline{BZ} = \overline{DZ}$; พิสูจน์ข้อ ③ ⑥ $\triangle XZB \cong \triangle YZD$; จาก ถ้าห ดัห ⑦ $\overline{yz} = \overline{zx}$; ⑥ $\therefore$ ระยะห่างจากจุดถึงกลางของ ไม้ท่อนทั้ง 2 ถึง จุดบด เท่ากัน
ระดับที่ 4	0 (0.00)	

จากชิ้นงานและแบบสังเกตการคิดเชิงเรขาคณิตที่แสดงให้เห็นถึงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตด้านการพิสูจน์ของนักเรียนในระดับต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่าเมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูงจำนวนนักเรียนที่แสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิตระดับที่ 2 และระดับที่ 3 ซึ่งถือว่าเป็นระดับการคิดที่สูงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพิ่มขึ้นถึงมากกว่าร้อยละ 50 ในทุก ๆ แผนการจัดการเรียนรู้ แม้ว่าลักษณะของชิ้นงานจะมีความยากและท้าทายมากขึ้น

2.2. การคิดเชิงเรขาคณิตจากแบบทดสอบวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิต โดยประยุกต์จากกรอบแนวคิดของกรูเฮอร์สและเจมี (Gutierrez & Jaime, 1998)

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิตก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูงและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยจัดทำข้อสอบคู่ขนานจำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อวัดในแต่ละด้านดังนี้ ข้อที่ 1 วัดด้านการตระหนักเกี่ยวกับรูปร่าง ข้อที่ 2 และข้อที่ 3 วัดด้านการใช้นิยาม และข้อที่ 4 วัดด้านการพิสูจน์ ซึ่งแต่ละข้อนักเรียนแสดงระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.13 จำนวน ร้อยละของระดับการคิดของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง ข้อที่ 1 ด้านการตระหนักเกี่ยวกับรูปร่าง

การทดสอบวัด ระดับการคิดทาง เรขาคณิต	ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตด้านการตระหนักเกี่ยวกับรูปร่าง			รวม (ร้อยละ)
	วัดระดับไม่ได้ (ร้อยละ)	ระดับ 1 (ร้อยละ)	ระดับ 2 (ร้อยละ)	
ก่อนการจัดการ เรียนรู้	4 (22.22)	13 (72.22)	1 (5.56)	18 (100)
หลังการจัดการ เรียนรู้	0 (0.00)	9 (50.00)	9 (50.00)	18 (100)

จากตารางที่ 4.13 พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง การคิดเชิงเรขาคณิตในด้านการตระหนักเกี่ยวกับรูปร่าง มีนักเรียนร้อยละ 72.22 มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 1 มีนักเรียนร้อยละ 22.22 ที่ไม่สามารถวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตได้ และมีนักเรียนเพียงร้อยละ 5.56 ที่มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 2 แต่หลังจากที่นักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูงแล้วนักเรียนมีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่สูงขึ้น โดยมีนักเรียนร้อยละ 50 มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตในระดับที่ 2 ซึ่งถือว่าเป็นระดับที่สูงที่สุดของการคิดเชิงเรขาคณิตในด้านนี้ มีนักเรียนร้อยละ 50 มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตในระดับที่ 1 และไม่มีนักเรียนที่ไม่สามารถวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตได้

ตารางที่ 4.14 จำนวน ร้อยละของระดับการคิดของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง ข้อที่ 2 ด้านการใช้นิยาม

การทดสอบวัด ระดับการคิดทาง เรขาคณิต	ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตด้านการใช้นิยาม				รวม (ร้อยละ)
	ระดับ 1 (ร้อยละ)	ระดับ 2 (ร้อยละ)	ระดับ 3 (ร้อยละ)	ระดับ 4 (ร้อยละ)	
ก่อนการจัดการ เรียนรู้	16 (88.89)	2 (11.11)	0 (0.00)	0 (0.00)	18 (100)
หลังการจัดการ เรียนรู้	3 (16.67)	2 (11.11)	13 (72.22)	0 (0.00)	18 (100)

จากตารางที่ 4.14 พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง การคิดเชิงเรขาคณิตในด้านการนิยาม มีนักเรียนร้อยละ 88.89 มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 1 มีนักเรียนร้อยละ 11.11 มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 2 และไม่มีนักเรียนที่มีระดับการคิดอยู่ในระดับที่ 3 และ 4 แต่หลังจากที่นักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูงแล้วนักเรียนมีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่สูงขึ้น โดยมีนักเรียนร้อยละ 16.67, 11.11 และ 72.22 มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตในระดับที่ 1 ระดับที่ 2 และระดับที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.15 จำนวน ร้อยละของระดับการคิดของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง ข้อที่ 3 ด้านการใช้นิยาม

การทดสอบวัด ระดับการคิดทาง เรขาคณิต	ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตด้านการใช้นิยาม					รวม (ร้อยละ)
	วัดระดับ ไม่ได้ (ร้อยละ)	ระดับ 1 (ร้อยละ)	ระดับ 2 (ร้อยละ)	ระดับ 3 (ร้อยละ)	ระดับ 4 (ร้อยละ)	
ก่อนการจัดการ เรียนรู้	12 (66.67)	6 (33.33)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	18 (100)
หลังการจัดการ เรียนรู้	2 (11.11)	6 (33.33)	2 (11.11)	8 (44.44)	0 (0.00)	18 (100)

จากตารางที่ 4.15 พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง การคิดเชิงเรขาคณิตในด้านการนิยามในการสร้าง มีนักเรียนร้อยละ 33.33 มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 1 และมีนักเรียนที่ไม่สามารถวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตในด้านนี้ได้สูงถึงร้อยละ 66.67 แต่หลังจากที่นักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูงแล้วนักเรียนมีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่สูงขึ้น โดยนักเรียนมีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตในระดับที่ 3 ซึ่งเป็นระดับที่สูง ถึง

ร้อยละ 44.44 มีนักเรียนร้อยละ 33.33 และ 11.11 มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตในระดับที่ 1 และระดับที่ 2 ตามลำดับ และมีนักเรียนเพียงร้อยละ 11.11 ที่ไม่สามารถวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตได้ ซึ่งลดลงมาเมื่อเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 4.16 จำนวน ร้อยละของระดับการคิดของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง ข้อที่ 4 ด้านการพิสูจน์

การทดสอบวัด ระดับการคิด ทางเรขาคณิต	ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตด้านการพิสูจน์				รวม (ร้อยละ)
	วัดระดับไม่ได้ (ร้อยละ)	ระดับ 2 (ร้อยละ)	ระดับ 3 (ร้อยละ)	ระดับ 4 (ร้อยละ)	
ก่อนการจัดการ เรียนรู้	17 (94.44)	1 (5.56)	0 (0.00)	0 (0.00)	18 (100)
หลังการจัดการ เรียนรู้	7 (38.89)	4 (22.22)	7 (38.89)	0 (0.00)	18 (100)

จากตารางที่ 4.16 พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูง การคิดเชิงเรขาคณิตในด้านการพิสูจน์ มีนักเรียนร้อยละ 5.56 มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 1 และมีนักเรียนสูงถึงร้อยละ 94.44 ที่ไม่สามารถวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตได้ แต่หลังจากที่นักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูงแล้วนักเรียนมีแนวโน้มของระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่สูงขึ้น โดยมีนักเรียนร้อยละ 38.89 ที่ไม่สามารถวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตได้ มีนักเรียนร้อยละ 22.22 มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตในระดับที่ 2 และมีนักเรียนถึงร้อยละ 38.89 มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตในระดับที่ 3 ซึ่งถือว่าเป็นระดับการคิดที่สูง