

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดผู้ร่วมวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยผู้ร่วมวิจัยดังนี้

1) ครูผู้วิจัย จำนวน 1 คน ทำหน้าที่เป็นครูผู้สอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์เรื่องวงกลม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ทำหน้าที่สังเกต และจดบันทึกพฤติกรรมการเรียนการสอน และบันทึกหลังการสอนหลังจากสอนเสร็จในแต่ละกิจกรรม

2) ผู้ช่วยวิจัยจำนวน 3 คน ซึ่งทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 ทำหน้าที่สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ตลอดจนบันทึกพฤติกรรม และเหตุการณ์ที่น่าสนใจในระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน

ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2 ทำหน้าที่ในการบันทึกวีดิโอ เพื่อจับภาพกลุ่มเป้าหมายในระหว่างทำกิจกรรมซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกันกับผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 โดยอยู่ในตำแหน่งห่างจากกลุ่มเป้าหมายพอสมควร

ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 3 ทำหน้าที่ในการบันทึกวีดิโอ เพื่อจับภาพกลุ่มเป้าหมายในระหว่างทำกิจกรรมซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกันกับผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 โดยอยู่ในตำแหน่งห่างจากกลุ่มเป้าหมายพอสมควร

2. การคัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสนมวิทยาการ อำเภอสนม จังหวัดสุรินทร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษสุรินทร์ เขต 2 ผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกโดยสอบถามความสมัครใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเป็นคนชอบคิด ชอบพูด ชอบแสดงออก สนใจอยากรู้ อยากเห็น มีความกระตือรือร้น กล้าแสดงความคิดเห็น ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม และสามารถทำงานร่วมกันได้ กลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกต้องเข้าร่วมการวิจัยด้วยความสมัครใจ และได้รับความยินยอมจากผู้ปกครองและการอนุญาตจากทางโรงเรียน จำนวน 6 คน โดยจัดเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน

3. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.1 แบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตของนักเรียนก่อนการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้นำแบบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบ van Hiele มาทำการวัดระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎี แนวคิด ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามรูปแบบ van Hiele จากหนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) ศึกษาหลักเกณฑ์การสร้างแบบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต ตัวอย่างแบบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต เกณฑ์การให้คะแนนระดับการคิดทางเรขาคณิตจากหนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3) นำแบบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิตของ Usiskin (1982) ซึ่งได้รับการปรับภาษาและความสอดคล้องของแบบวัดโดย ชนิศวรา ฉัตรแก้ว (2549) มาปรับใช้ ผู้วิจัยได้นำข้อคำถามของแบบวัดระดับการคิดมาใช้ 4 ระดับ คือ ระดับ 1 : การรับรู้จากการมองเห็น (Visualization, or Recognition) ระดับ 2 : การวิเคราะห์ (Analysis) ระดับ 3 : การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ (Informal deduction, or Ordering) ระดับ 4 : การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างเป็นแบบแผน (Formal deduction) โดยมีจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ แต่ละระดับมีจำนวนคำถามระดับละ 5 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การตัดสินใจผ่านในแต่ละระดับและเกณฑ์ในการกำหนดระดับการคิดทางเรขาคณิตของ Han และ Senk (Han, 1986; Senk, 1989 อ้างถึงใน ชนิศวรา ฉัตรแก้ว, 2549) คือ การใช้เกณฑ์ผ่าน 3 ข้อใน 5 ข้อ โดยระดับการคิดทางเรขาคณิตที่สูงสุดที่ผ่านเกณฑ์ต้องต่อเนื่องกัน เช่น

กรณีที่ 1 นักเรียนคนที่หนึ่งทำแบบวัดระดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตในข้อ 1-5 ได้คะแนน 4 คะแนน ถือว่าผ่านระดับ 1 ในข้อ 6-10 ได้คะแนน 4 คะแนน ถือว่าผ่านระดับ 2 แต่ในข้อที่ 11 – 15 ได้คะแนน 2 คะแนน ถือว่าไม่ผ่านระดับ 3 ในกรณีนี้ถือว่านักเรียนคนที่หนึ่งมีระดับการคิดทางเรขาคณิตในระดับ 2

กรณีที่ 2 นักเรียนคนที่สองทำแบบวัดระดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตในข้อ 1-5 ได้คะแนน 4 คะแนน ถือว่าผ่านระดับ 1 ในข้อ 6-10 ได้คะแนน 2 คะแนน ถือว่าไม่ผ่านระดับ 2 แต่ในข้อที่ 11 – 15 ได้คะแนน 3 คะแนน ในกรณีนี้ถือว่านักเรียนคนที่สองมีระดับการคิดทางเรขาคณิตในระดับ 1

4) นำแบบทดสอบก่อนเรียนเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมเพื่อปรับปรุงแก้ไข

5) นำแบบทดสอบก่อนเรียนที่ได้รับการพิจารณาไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ

3.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องวงกลม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม
- 2) ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ van Hiele
- 3) ศึกษากรอบทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาแผนกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นความรู้ความเข้าใจ ซึ่งพัฒนาโดย Heingraj (2006)
- 4) ศึกษาหลักสูตร แบบเรียน และคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม
- 5) ศึกษาการสร้างสื่อประกอบการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad
- 6) วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดโครงสร้างของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องวงกลม
- 7) เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง วงกลม จำนวน 6 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 21 กิจกรรม
- 8) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมเพื่อปรับปรุงแก้ไข
- 9) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมเพื่อปรับปรุงแก้ไข
- 10) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้รับการพิจารณาไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ
- 11) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 เครื่องมือวิจัย

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง วงกลม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ประกอบด้วย

4.1.1 แผนเตรียมความพร้อม มี 5 กิจกรรม ได้แก่

- กิจกรรมที่ 1 เรื่อง เส้นตรงและมุม
- กิจกรรมที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน

- กิจกรรมที่ 3 เรื่อง รูปสามเหลี่ยม
- กิจกรรมที่ 4 เรื่อง ความเท่ากันทุกประการรูปสามเหลี่ยม
- กิจกรรมที่ 5 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมคล้าย

4.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วงกลมและส่วนประกอบของวงกลม มี 2 กิจกรรม ได้แก่

- กิจกรรมที่ 6 เรื่อง รูปอะไรเอ๋ย
- กิจกรรมที่ 7 เรื่อง รอยทางเดินสัตว์ประหลาด

4.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม มี 3 กิจกรรม ได้แก่

- กิจกรรมที่ 8 เรื่อง มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม
- กิจกรรมที่ 9 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม
- กิจกรรมที่ 10 เรื่อง การพิสูจน์และให้เหตุผล มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม

และมุมในส่วนโค้งของวงกลม

4.1.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง มุมในส่วนโค้งของวงกลม

ประกอบด้วย

- กิจกรรมที่ 11 เรื่อง มุมในส่วนโค้งของวงกลม
- กิจกรรมที่ 12 เรื่อง การพิสูจน์และการให้เหตุผล มุมในส่วนโค้งของวงกลม

โค้งของวงกลม

4.1.5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง มุมและส่วนโค้งที่รองรับมุม

ประกอบด้วย

- กิจกรรมที่ 13 เรื่อง มุมและส่วนโค้งของวงกลม
- กิจกรรมที่ 14 เรื่อง การพิสูจน์และการให้เหตุผล มุมและส่วนโค้งของวงกลม

โค้งของวงกลม

4.1.6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง คอร์ด ประกอบด้วย

- กิจกรรมที่ 15 เรื่อง คอร์ด
- กิจกรรมที่ 16 เรื่อง คอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม
- กิจกรรมที่ 17 เรื่อง การพิสูจน์และการให้เหตุผล คอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม

ของวงกลม

- กิจกรรมที่ 18 เรื่อง คอร์ดกับจุดศูนย์กลางของวงกลม
- กิจกรรมที่ 19 เรื่อง การพิสูจน์และการให้เหตุผล คอร์ดกับจุด

ศูนย์กลางของวงกลม

- กิจกรรมที่ 20 เรื่อง คอร์ดกับระยะจากจุดศูนย์กลางของวงกลม
- กิจกรรมที่ 21 เรื่อง การพิสูจน์และการให้เหตุผล คอร์ดกับระยะจาก

จุดศูนย์กลางของวงกลม

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เทปบันทึกวีดิทัศน์ และเทปบันทึกเสียง ใช้บันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้และการแก้ปัญหาของนักเรียนในขณะที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรมการแก้ปัญหา

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดระดับพื้นฐานการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนก่อนการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการจัดกลุ่ม

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1) ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิต เพื่อวัดระดับความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิต ซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นข้อมูลเพื่อการจัดกลุ่มนักเรียนโดยคณะกรรมการ

2) ครูผู้วิจัยดำเนินการเรียนการสอน โดยให้กลุ่มเป้าหมายทั้ง 2 กลุ่ม ทำกิจกรรมตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและจดบันทึกการทำกิจกรรมแก้ปัญหา ให้กลุ่มเป้าหมายทั้ง 2 กลุ่ม ทำงานอย่างอิสระเพื่อสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมของนักเรียนอย่างเป็นธรรมชาติ โดยมีผู้ช่วยวิจัยทำการบันทึกเทปและวีดิทัศน์

3) ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยทำการบันทึกการทำกิจกรรมในระหว่างที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรมการแก้ปัญหา โดยบันทึกพฤติกรรมและบันทึกประเด็นที่นักเรียนเขียนหรือแสดงพฤติกรรมที่ผู้วิจัยไม่เข้าใจหรือไม่ชัดเจนเพื่อเป็นประเด็นในการสัมภาษณ์หลังจากการทำกิจกรรมเพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูล

4) ครูผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ทันทีหลังจากเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาซักถามข้อสงสัยหรือประเด็นต่างๆ ที่สำคัญจากการสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาลงจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการแก้ปัญหา โดยสัมภาษณ์ในประเด็นเกี่ยวกับการให้กลุ่มเป้าหมายได้ตรวจสอบ

การคิดของตนเองหลังจากที่แก้ปัญหาและแบบทดสอบเสร็จแล้ว รวมทั้งครูผู้สอนซักถามประเด็นที่ยังไม่ชัดเจนหรือสงสัยในพฤติกรรมบางอย่างของกลุ่มเป้าหมายเพื่อนำผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ไปประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5) ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่เป็นงานเขียนประกอบการแก้ปัญหาของนักเรียนเพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูล

6) ผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน การทำกิจกรรมการเรียนการสอน การสัมภาษณ์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม จากการบันทึกเสียงและวิดีโอ

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยใช้กรอบทฤษฎีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele และกรอบทฤษฎีการคิดทางคณิตศาสตร์แบบยึดหยุ่น ดังนี้

6.1 กรอบทฤษฎี van Hiele ได้แบ่งระดับการคิดเชิงเรขาคณิตออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ ระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น (Visualization, or Recognition) ระดับที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis) ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ (Informal deduction, or Ordering) ระดับที่ 4 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างเป็นแบบแผน (Formal deduction) ระดับที่ 5 ชั้นนามธรรม (Rigor)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตเพียง 4 ระดับ คือ ระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น (Visualization, or Recognition) ระดับที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis) ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ (Informal deduction, or Ordering) ระดับที่ 4 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างเป็นแบบแผน (Formal deduction)

6.2 การคิดทางคณิตศาสตร์แบบยึดหยุ่น หมายถึง ลักษณะพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในขณะที่ทำกิจกรรม ดังนี้

1) การใช้ยุทธวิธีที่แปลกใหม่หรือไม่คุ้นเคยในการแก้ปัญหา (Use of novel strategies to solve problem)

2) ความสามารถในการสร้างความความสัมพันธ์ทั้งทางตรงและย้อนกลับ (Ability to establish both direct and reverse association) เป็นการให้นิยามเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์แบบยึดหยุ่นของ Kruteskii (1969b อ้างถึงใน Warner, Coppolo & Davis, 2002) และ Shapiro (1992 อ้างถึงใน Warner, Coppolo & Davis, 2002) เช่น การหาค่าของฟังก์ชัน $y = 3x + 1$ เมื่อกำหนดค่า x นักเรียนสามารถหาค่า y ได้ และเมื่อกำหนดค่า y นักเรียนสามารถหาค่าของ x ได้ มุมที่จุด



ศูนย์กลางของวงกลมจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน หรือขนาดของมุมในส่วนโค้งจะมีขนาดเป็นครึ่งหนึ่งของมุมมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน ถ้าส่วนของเส้นตรงตั้งฉากกับคอร์ด แล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะแบ่งครึ่งคอร์ด หรือถ้าส่วนของเส้นตรงแบ่งครึ่งคอร์ด แล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะตั้งฉากกับคอร์ด เป็นต้น

3) การใช้เครื่องหมายที่กำกวม (Ambiguous use of notation) เป็นการให้นิยามเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์แบบยึดหยุ่นของ Gray & Tall (1994 อ้างถึงใน Warner, Coppolo & Davis, 2002) หมายถึง การใช้เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ที่สามารถตีความหมายได้ทั้งกระบวนการ (Process) และความคิดรวบยอด (Concept) ตัวอย่างเช่น การปรับเปลี่ยนเกี่ยวกับการใช้เครื่องหมายการหาร (Division sign) ไปสู่แท่งเศษส่วน (Fraction bar)

นอกจากนี้ Erh-Tsung Chin (2003) ได้ขยายแนวคิดของ “Procept” (ในความเข้าใจของ Gray & Tall, 1994) ไปสู่คณิตศาสตร์ชั้นสูงโดยการพิจารณาการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ในฐานะของ “Formal Procept” โดยพิจารณาสถานะของทฤษฎี (Theorem) หมายถึง สัญลักษณ์ (Symbol) ที่อาจเกิดขึ้นตามหลักทฤษฎี ส่วนการอนุมานพิสูจน์ถือเป็นกระบวนการ (Process) ที่อาจจะประกอบด้วยขั้นตอน (Procedure) ที่ต่อเนื่องและอาจมีการสังเคราะห์ของหน่วยเชิงการรู้ที่แตกต่างกัน และกรอบแนวคิดทั่วไปของทฤษฎี (Theorem) ถือเป็นวัตถุ (Object) เสมือนเป็นเอกลักษณ์ที่โยกย้ายได้ เพื่อนำไปใช้ในฐานะของข้อมูลนำเข้าสำหรับการสร้างทฤษฎีใหม่ ดังนั้นทฤษฎีจึงทำหน้าที่เป็นแกนหมุนระหว่างกระบวนการ (Process) (วิธีการเกี่ยวกับการพิสูจน์) และความคิดรวบยอด (Concept) (แนวคิดในรูปทั่วไปของทฤษฎี)

4) ความสามารถในการตีความความคิดของคนอื่น (Capacity to interpret someone else’s thinking) นักเรียนอาจจะอธิบายการคิดของนักเรียนคนอื่นๆ และใช้แนวคิดของคนอื่นๆ สร้างแนวคิดใหม่เพื่อพิสูจน์ว่าแนวคิดนั้นใช้ไม่ได้ หรือถามเกี่ยวกับแนวคิดของเพื่อน

5) การใช้แนวคิดหรือยุทธวิธีในบริบทที่แตกต่างจากเดิมหรือการเปลี่ยนยุทธวิธีที่มีอยู่ให้เข้ากับบริบทใหม่ (Using an idea or strategy across different contexts or changing an existing strategy to fit a new context)

6) การใช้การนำเสนอที่หลากหลายสำหรับปัญหาทางคณิตศาสตร์เดียวกัน หรือเพื่อแสดงแนวคิดเดียวกัน (Using multiple representations for the same mathematical problem or using multiple representations to express the same idea) การนำเสนอที่หลากหลายเป็นแนวคิดที่สำคัญของความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์

7) การมีสถานการณ์ปัญหาเชิงสมมติฐานบนปัญหาที่มีอยู่ (Raising hypothetical problem situations based on existing problem) พฤติกรรมนี้จะมีคำถาม “ถ้า...อะไร (What if)” เป็นองค์ประกอบสำคัญ เพื่อพิจารณาความคล้ายคลึงกันกับปัญหาที่มีอยู่ ซึ่งจะโยงไปถึงการคิดแผนดำเนินการ

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยจะพิจารณาว่า นักเรียนมีการแสดงลักษณะพฤติกรรมใดบ้าง ที่แสดงให้เห็นถึงการคิดทางคณิตศาสตร์แบบยืดหยุ่น ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมในระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามรูปแบบของ van Hiele