**บทที่ 3**

**วิธีดำเนินการวิจัย**

การวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตและศึกษาสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองโพธิ์วิยาคม การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพมีลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

7. สถิติที่ใช้ในวิเคราะห์ข้อมูล

**กลุ่มเป้าหมาย**

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองโพธิ์วิทยาคม ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 24 คน

**ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย**

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองโพธิ์วิทยาคม อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของ AysenOzerem (2012 : 724-724) Kembitzky and Kimberle (2009 : 207-221) Habila Elisha Zuya and Simon Kevin Kwalat (2015 : 108-112) Movshovits-hadar et al (1987 : 3-14 ) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2554 : 56- 82) ได้ลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตดังตารางที่ 8

**ตารางที่ 8** ผลการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ลักษณะมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนของ  Aysen Ozerem | ลักษณะ มโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อนของ  Kembitzky and Kimberle | ลักษณะ มโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อนของ  Habila Elisha Zuya and Simon Kevin Kwalat | ลักษณะมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนของ  Movshovits-hadar | ลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของ สสวท. |
| - | - | - | - ด้านการใช้ข้อมูลผิด  (Misused Data) | -  104 |
| - การใช้งานที่ไม่ถูกต้อง ของคำศัพท์ | - | - | - ตีความด้านภาษา  (Misinterpreted  Language) | - ขาดความเข้าใจใน ข้อตกลงเกี่ยวกับการใช้ สัญลักษณ์ |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ลักษณะมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนของ  Aysen Ozerem | ลักษณะ มโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อนของ  Kembitzky and Kimberle | ลักษณะ มโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อนของ  Habila Elisha Zuya and Simon Kevin Kwalat | กรอบลักษณะมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนของ  Movshovits-hadar | ลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของ สสวท. |
| - | - | - | - ด้านการอ้างอิงวิธีการ คิด หาเหตุผลที่ไม่ สมบูรณ์  (Logically Invalid  Inference) | -  105 |
| - ความคลาดเคลื่อนในใช้สูตร และสมบัติ | - ความคลาดเคลื่อนในการใช้สมบัติ | - เข้าใจผิดเกี่ยวกับการนำ ทฤษฎีบทมาใช้ - ความคลาดเคลื่อนใน การใช้คุณสมบัติที่ เฉพาะเจาะจง | - ด้านการบิดเบือนทฤษฎี  บท บทนิยาม และสมบัติ  (Dislortcd Theorem or  Definition) | - |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ลักษณะมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนของ Aysen Ozerem | ลักษณะ มโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อนของ  Kembitzky and Kimberle | ลักษณะ มโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อนของ  Habila Elisha Zuya and Simon Kevin Kwalat | กรอบลักษณะมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนของ  Movshovits-hadar | ลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของ สสวท. |
| - ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากขาดการตรวจสอบ | - | - | - ด้านขาดการตรวจสอบ ในระหว่างการ แก้ปัญหา (Unverified Solution) | -  106 |
| - | - | - | - ด้านข้อผิดพลาดใน เทคนิคการทำ (Technical Error) | - |
| - ความคลาดเคลื่อนของการดำเนินการ | - | - | - | - |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ลักษณะมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนของ  Aysen Ozerem | ลักษณะ มโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อนของ  Kembitzky and Kimberle | ลักษณะ มโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อนของ  Habila Elisha Zuya and Simon Kevin Kwalat | กรอบลักษณะมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนของ Movshovits-hadar | ลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของ สสวท. |
| - | - | - ไม่ทราบวิธีการที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา | - | - ไม่สามารถเชื่อมโยง มโนทัศน์ได้  107 |
| - ข้อมูลบางส่วนขาดหายไปในส่วนที่เป็นคำอธิบาย | - | - เสนอคำตอบคลาดเคลื่อน | - | - |
| - ขาดความเข้าใจในเรื่องของมุม | - เข้าใจผิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมุมบนเส้นขนาน | - | - | - |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ลักษณะมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนของ  Aysen Ozerem | ลักษณะ มโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อนของ  Kembitzky and Kimberle | ลักษณะ มโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อนของ  Habila Elisha Zuya and Simon Kevin Kwalat | กรอบลักษณะมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนของMovshovits-hadar | ลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของ สสวท. |
| - นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับผลรวมของมุมภายใน | - | - | - | - |
| - ขาดการตรวจสอบ | - | - | - | -  108 |
| - ขาดการรับรู้ของข้อตกลงอย่างเป็นทางการเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์ | - | - ความเข้าใจผิดที่เกี่ยวข้องกับมุมในเส้นคู่ขนาน | - | - สับสนเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์  - ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์ |
| - | - | - นักเรียนไม่ได้ใช้ทฤษฎีที่กำหนด | - | - |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ลักษณะมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนของ  AysenOzerem | ลักษณะ มโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อนของ  Kembitzky and Kimberle | ลักษณะ มโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อนของ  Habila Elisha Zuya and Simon Kevin Kwalat | กรอบลักษณะมโนทัศน์  ที่คลาดเคลื่อนของMovshovits-hadar | ลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของ สสวท. |
| - | - | - นักเรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคำนวณ | - | -  109 |
| - ลืมลายละเอียดบางส่วน | - ความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหา | - วิธีการแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์ | - | - |
| - | - เข้าใจผิดเกี่ยวกับเส้นขนานและมุม | - | - | - |

จากตารางที่ 7 สามารถจัดกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านภาษาสัญลักษณ์และการให้เหตุผล

1.1 การใช้งานที่ไม่ถูกต้องของคำศัพท์

1.2 ขาดการรับรู้ของข้อตกลงอย่างเป็นทางการเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์

1.3 ตีความด้านภาษา

1.4 ด้านการอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์

1.5 ขาดความเข้าใจในข้อตกลงเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์

1.6 สับสนเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์

1.7 ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านทฤษฎีบท และสมบัติ

2.1 ความคลาดเคลื่อนในใช้สูตร และสมบัติ

2.2 ความคลาดเคลื่อนในการใช้สมบัติ

2.3 เข้าใจผิดเกี่ยวกับการนำทฤษฎีบทมาใช้

2.4 ความคลาดเคลื่อนในการใช้คุณสมบัติที่เฉพาะเจาะจง

2.5 ไม่ใช้ทฤษฎีที่กำหนด

2.6 ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท บทนิยาม และสมบัติ

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการแก้ปัญหา

3.1 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากขาดการตรวจสอบ

3.2 ความคลาดเคลื่อนของการดำเนินการ

3.3 ข้อมูลบางส่วนขาดหายไปในส่วนที่เป็นคำอธิบาย

3.4 ลืมลายละเอียดบางส่วน

3.5 ความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหา

3.6 ไม่ทราบวิธีการที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

3.7 เสนอคำตอบคลาดเคลื่อน

3.8 นักเรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคำนวณ

3.9 วิธีการแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์

3.10 ด้านการใช้ข้อมูลผิด

3.11 ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ

4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านความรู้ทางเรขาคณิตเกี่ยวกับมุม

4.1 ขาดความเข้าใจในเรื่องของมุม

4.2 ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับผลรวมของมุมภายใน

4.3 เข้าใจผิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมุมบนเส้นขนาน

4.4 เข้าใจผิดเกี่ยวกับเส้นขนานและมุม

4.5 ความเข้าใจผิดที่เกี่ยวข้องกับมุมในเส้นคู่ขนาน

2. ศึกษาเอกสาร รายงานการวิจัย วารสาร และตำราที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

ศึกษาเอกสาร รายงานการวิจัย วารสาร หนังสือ และตำราที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ของ Clements (1982 : 65) Mdutshekelwa Ndlovu and AndileMji (2012 : 185-194) Cagri Biber (2013 : 52-58) นวลศรี ชำนาญกิจ (2544 : 19-21) และ งามพร้อม อ่อนบัวขาว (2556 : 46-59 ) พบลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ดังนี้

1. เหมารวมกฎที่เฉพาะเจาะจง

2. เข้าใจผิดเกี่ยวกับเส้นขนานและมุม

3. เข้าใจผิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมุมบนเส้นขนาน

4. ความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหา

5. ความคลาดเคลื่อนในการใช้สมบัติ

6. ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการใช้คำศัพท์

7. ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการอ้างอิงที่ไม่เหมาะสม

8. ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการให้เหตุผล

9. ความคลาดเคลื่อนในการจัดระเบียบข้อมูลไปสู่ข้อสรุป

10. ความเข้าใจผิดที่เกี่ยวข้องกับมุมในเส้นคู่ขนาน

11. ไม่ทราบวิธีการที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

12. เข้าใจผิดเกี่ยวตำแหน่งและขนาดของมุม

13. เข้าใจว่า รังสี เส้นขนานและมุมตรง อยู่ในแนวนอนเท่านั้น

14. ยึดติดกับสัญลักษณ์ที่ใช้กำกับรูป

15. จำทฤษฎีบทผิด

16. ไม่เข้าใจเกี่ยวกับมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด

17. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเรื่องเส้นขนานกับมุมแย้ง

18. ไม่สามารถบอกลักษณะของเป็นมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันได้

19. ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างมุมแย้งได้

20. ความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหาของสมการ

21. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในทฤษฎีบทเส้นขนานกับมุมภายใน

22. ความคลาดเคลื่อนในการนำทฤษฎีบทมาใช้ในการแก้ปัญหา

23. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมุมภายในกับมุมภายนอก

24. จำทฤษฎีบทสลับกัน

25. เข้าใจในทฤษฎีบทไม่สมบูรณ์  
 จากการศึกษาลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตข้างต้นสามารถจัดกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านภาษาสัญลักษณ์และการให้เหตุผล

1.1 ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการใช้คำศัพท์

1.2 ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการอ้างอิงที่ไม่เหมาะสม

1.3 ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการให้เหตุผล

1.4 ยึดติดกับสัญลักษณ์ที่ใช้กำกับรูป

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านทฤษฎีบท และสมบัติ

2.1 เหมารวมกฎที่เฉพาะเจาะจง

2.2 ความคลาดเคลื่อนในการใช้สมบัติ

2.3 ขาดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบท

2.4 จำทฤษฎีบทผิด

2.5 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในทฤษฎีบทเส้นขนานกับมุมภายใน

2.6 ความคลาดเคลื่อนในการนำทฤษฎีบทมาใช้ในการแก้ปัญหา

2.7 จำทฤษฎีบทสลับกัน

2.8 เข้าใจในทฤษฎีบทที่ไม่สมบูรณ์

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการแก้ปัญหา

3.1 ความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหา

3.2 ความคลาดเคลื่อนในการจัดระเบียบข้อมูลไปสู่ข้อสรุป

3.3 ไม่ทราบวิธีการที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

3.4 ความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหาของสมการ

4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านความรู้ทางเรขาคณิตเกี่ยวกับมุม

4.1 เข้าใจผิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมุมบนเส้นขนาน

4.2 ความเข้าใจผิดที่เกี่ยวข้องกับมุมในเส้นคู่ขนาน

4.3 เข้าใจผิดเกี่ยวตำแหน่งและขนาดของมุม

4.4 เข้าใจว่า รังสี เส้นขนานและมุมตรง อยู่ในแนวนอนเท่านั้น

4.5 ไม่เข้าใจเกี่ยวกับมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด

4.6 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเรื่องเส้นขนานกับมุมแย้ง

4.7 ไม่สามารถบอกลักษณะของเป็นมุภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันได้

4.8 ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างมุมแย้งได้

4.9 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมุมภายในกับมุมภายนอก

นำประเด็นการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตจากข้อ 1 และข้อ 2 มา รวมกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตได้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านภาษาสัญลักษณ์และการให้เหตุผล

1.1 การใช้งานที่ไม่ถูกต้องของคำศัพท์

1.2 ขาดการรับรู้ของข้อตกลงอย่างเป็นทางการเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์

1.3 ตีความด้านภาษา

1.4 ด้านการอ้างอิงวิธีการ คิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์

1.5 ขาดความเข้าใจในข้อตกลงเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์

1.6 สับสนเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์

1.7 ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์

1.8 ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการใช้คำศัพท์

1.9 ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการอ้างอิงที่ไม่เหมาะสม

1.1 0 ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการให้เหตุผล

1.11 ยึดติดกับสัญลักษณ์ที่ใช้กำกับรูป

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านทฤษฎีบท และสมบัติ

2.1 ความคลาดเคลื่อนในการใช้สูตร และสมบัติ

2.2 ความคลาดเคลื่อนในการใช้สมบัติ

2.3 เข้าใจผิดเกี่ยวกับการนำทฤษฎีบทมาใช้

2.4 ความคลาดเคลื่อนในการใช้คุณสมบัติที่เฉพาะเจาะจง

2.5 ไม่ใช้ทฤษฎีที่กำหนด

2.6 ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท บทนิยาม และสมบัติ

2.7 เหมารวมกฎที่เฉพาะเจาะจง

2.8 ความคลาดเคลื่อนในการใช้สมบัติของเส้นขนาน

2.9 ความคลาดเคลื่อนในการใช้คุณสมบัติทางเรขาคณิตที่เฉพาะเจาะจง

2.10 จำทฤษฎีบทผิด

2.11 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในทฤษฎีบทเส้นขนานกับมุมภายใน

2.12 ความคลาดเคลื่อนในการนำทฤษฎีบทมาใช้ในการแก้ปัญหา

2.13 จำทฤษฎีบทสลับกัน

2.14 เข้าใจในทฤษฎีบทที่ไม่สมบูรณ์

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการแก้ปัญหา

3.1 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากขาดการตรวจสอบ

3.2 ความคลาดเคลื่อนของการดำเนินการ

3.3 ข้อมูลบางส่วนขาดหายไปในส่วนที่เป็นคำอธิบาย

3.4 ลืมลายละเอียดบางส่วน

3.5 ความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหา

3.6 ไม่ทราบวิธีการที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

3.7 เสนอคำตอบคลาดเคลื่อน

3.8 นักเรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคำนวณ

3.9 วิธีการแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์

3.10 ด้านการใช้ข้อมูลผิด

3.11 ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ

3.12 ความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหา

3.13 ความคลาดเคลื่อนในการจัดระเบียบข้อมูลไปสู่ข้อสรุป

3.14 ไม่ทราบวิธีการที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

3.15 ความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหาของสมการ

4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านความรู้ทางเรขาคณิตเกี่ยวกับมุม

4.1 ขาดความเข้าใจในเรื่องของมุม

4.2 ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับผลรวมของมุมภายใน

4.3 เข้าใจผิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมุมบนเส้นขนาน

4.4 เข้าใจผิดเกี่ยวกับเส้นขนานและมุม

4.5 ความเข้าใจผิดที่เกี่ยวข้องกับมุมในเส้นคู่ขนาน

4.6 เข้าใจผิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมุมบนเส้นขนาน

4.7 ความเข้าใจผิดที่เกี่ยวข้องกับมุมในเส้นคู่ขนาน

4.8 เข้าใจผิดเกี่ยวตำแหน่งและขนาดของมุม

4.9 เข้าใจว่า รังสี เส้นขนานและมุมตรง อยู่ในแนวนอนเท่านั้น

4.10 ไม่เข้าใจเกี่ยวกับมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด

4.11 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเรื่องเส้นขนานกับมุมแย้ง

4.12 ไม่สามารถบอกลักษณะของเป็นมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันได้

4.13 ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างมุมแย้งได้

4.14 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมุมภายในกับมุมภายนอก

3. นำกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอคำแนะนำและตรวจสอบความเหมาะสม คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ มีดังนี้

3.1 การใช้ทฤษฎีบทหรือสมบัติมาใช้ในการแก้ปัญหาให้จัดมาอยู่ในกลุ่มด้านการแก้ปัญหา

3.2 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีความหมายใกล้เคียงกันหรือจัดอยู่ในหมู่เดียวกันให้นำมารวมกันเป็นข้อเดียวเช่น เข้าใจผิดเกี่ยวกับเส้นขนานและมุมภายนอก มุมภายในและมุมแย้ง ให้รวมเป็น เข้าใจผิดเกี่ยวกับมุมบนเส้นขนาน เพื่อให้ข้อความกระชับมากขึ้น

3.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้าน ไม่ใช้ทฤษฎีที่กำหนดให้จัดอยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการแก้ปัญหาในกลุ่มการใช้ข้อมูลผิด

จากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ สามารถปรับปรุงเป็นกรอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ปรากฏดังแผนภาพที่ 2

**กรอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต**

**3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการแก้ปัญหา**

3.1 นำทฤษฎีบทมาใช้แก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

3.2 ขาดการตรวจสอบ

3.3 ด้านการดำเนินการ

3.4 ขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์

3.5 ไม่ทราบวิธีการแก้ปัญหา

ความคลาดเคลื่อนในการนำเสนอคำตอบ

3.6 ด้านการใช้ข้อมูลผิด

3.7 ด้านการแก้สมการ

**1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านภาษาสัญลักษณ์และการให้เหตุผล**

1.1 การใช้งานที่ไม่ถูกต้องของคำศัพท์

1.2 การตีความด้านภาษา

1.3 ให้เหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่สมบรูณ์

1.4 ใช้สัญลักษณ์ทางเรขาคณิตไม่ถูกต้อง

1.5 ยึดติดกับสัญลักษณ์ที่ใช้กำกับรูป

**4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านความรู้ทางเรขาคณิตเกี่ยวกับมุม**

4.1 เข้าใจผิดเกี่ยวตำแหน่งและขนาดของมุม

4.2 ยึดติดกับลูกศรที่กำกับแขนของมุม

4.3 เข้าใจว่า รังสี เส้นขนานและมุมตรง อยู่ในแนวนอนเท่านั้น

4.4 เข้าใจผิดเกี่ยวกับมุมบนเส้นขนาน

**2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านทฤษฎีบท และสมบัติ**

2.1 บิดเบือนทฤษฎีบท และสมบัติ

2.2 เข้าใจทฤษฎีบทไม่สมบูรณ์

**แผนภาพที่ 2** กรอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

4. สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

5. นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตไปทดสอบกลุ่มเป้าหมาย

6 นำกรอบลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ไปใช้ในการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของกลุ่มเป้าหมาย

7. ศึกษาสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกกับกลุ่มเป้าหมาย

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต จำนวน 15ข้อโดยมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

**การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ**

ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับดังนี้

**1. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต**

ในการสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาเนื้อหาและหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับสาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดการวัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

1.3 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างและการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

1.4 สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตจำนวน 15 ข้อ

1.5 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอคำแนะนำและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

1.6 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

1.6.1 อาจารย์ ดร.ชาญณรงค์ เฮียงราช Ph.D. (Mathematics Education) อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้เชี่ยวชาญด้านมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

1.6.2 ดร.นงลักษณ์ จิรเมธาภัทร ค.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียยนคำเขื่อนแก้วชนูปถัมภ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์  
 1.6.3 ผศ.ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญ ซุยกระเดื่อง กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย  
 คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

1) คำถามบางข้อใช้คำฟุ่มเฟือยและอ่านเข้าใจยาก

2) แบบทดสอบบางข้อยังไม่ครอบคลุมตัวชี้วัด

3) แบบทดสอบอัตนัยควรสลับข้อกัน เพื่อป้องกันนักเรียนจำคำตอบ

4) รูปที่ใช้ประกอบในแต่ละข้อคำถามควรชัดเจนมากกว่านี้

1.7 นำแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (ไพศาล วรคำ. 2554 : 262-263) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั่งแต่ 0.50 ขึ้นไปเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่าได้ข้อสอบที่มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.66 – 1.00 ทั้งหมดจำนวน 15 ข้อ

1.8 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตที่ผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ มาทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองโพธิ์วิทยาคมจำนวน 30 คน ที่เคยเรียนเรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาแล้วเพื่อหาความยากง่าย (difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (discrimination)

1.9 นำผลจากการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ตามสูตรของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ. 2554 : 292-293)แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.20- 1.00 จึงจะถือว่าข้อสอบใช้ได้ ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบรายข้อมีค่าความง่ายตั้งแต่ 0.41-0.62 และค่าอำนาจจำแนกตั่งแต่ 0.42-0.59 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ทั้งหมด

1.10 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาคได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 ขึ้นไปจึงจะถือว่าเป็นข้อสอบที่ใช้ได้ ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.93

1.11 ได้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตที่ผ่านการหาคุณภาพเพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย

**2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง**

ในการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยดำเนินการสร้างโดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างจากเอกสารและ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 นำประเด็นจากการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตมากำหนดกรอบคำถามเพื่อสัมภาษณ์เชิงลึก (In – depth Interview) สำหรับกลุ่มเป้าหมายที่เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต เพื่อจะได้ทราบถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

2.3 สร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย จุดมุ่งหมาย และแนวคิดในแต่ละข้อ ที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา

2.4 นำแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

2.5 นำแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างที่ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเสนอต่ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

2.5.1 ปรับการใช้ภาษาในแบบสัมภาษณ์เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้  
 2.5.2 ประเด็นการสัมภาษณ์ให้เลือกเฉพาะประเด็นที่สำคัญ  
 2.5.3 ควรเรียงลำดับคำถามตามเหตุผล

2.6 ได้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย

2. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

3. ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ในขณะสัมภาษณ์จะมีการบันทึกวีดีโอ เพื่อบันทึกคำพูดที่แสดงออกถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของนักเรียน

4. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ สรุปและอภิปรายผล

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต และการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ ดังนี้

1. วิเคราะห์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต โดยใช้การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) ซึ่งถ้านักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ว่าเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลักษณะใด ตามกรอบลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

**สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล**

สถิติที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

**1. สถิติพื้นฐาน** ได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร ดังนี้ (อรัญ ซุยกระเดื่อง. 2557 : 52)



เมื่อ * แทน ค่าเฉลี่ย*  
  * แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด*  
  *แทน จำนวนนักเรียน*

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร ดังนี้

(อรัญ ซุยกระเดื่อง. 2557 : 55)



*เมื่อ*  *แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน*  
  * แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด*  
  *แทน จำนวนนักเรียน*

1.3 ร้อยละ (Percentage) หาได้จากสูตร(อรัญ ซุยกระเดื่อง. 2557 : 52)

**

เมื่อ  แทน ร้อยละ

 แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

 แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

**2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ**

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต โดยคำนวณจากสูตรของ บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (ไพศาลวรคำ. 2554 : 262-263)



เมื่อ  แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

**** แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

 แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบคำนวณจากสูตรของ วิทเนย์ และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ. 2554 : 292-293)



เมื่อ  แทน ดัชนีค่าความยาก

 แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ

 แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ

 แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

 แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ

 แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบคำนวณจากสูตรของ วิทเนย์ และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ. 2554 : 282)

ดัชนีค่าอำนาจจำแนก 

เมื่อ  แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก

 แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ

 แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ

 แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

 แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ

 แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

2.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบคำนวณจากสูตรการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (Coefficient) ของ Cronbach ดังนี้ (ไพศาล วรคำ. 2554 : 282)



เมื่อ  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

** แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบในแต่ละข้อ

 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ