

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความรู้สึกรักเชิงปรีภูมิและการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แนวการสอนของแวน ฮีลี ร่วมกับโปรแกรมจิโอเมตริกส์เก้ตชแพด ซึ่งวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

- 3.1 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย
- 3.2 เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1 กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสารสาสน์วิเทศเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 33 คน ซึ่งเป็นนักเรียนหนึ่งในนักเรียนทั้งหมด 3 ห้องเรียน ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการสอนโดยตรง

#### 3.2 เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

##### 3.2.1 เครื่องมือในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โดยใช้แนวการสอนของแวน ฮีลี ร่วมกับโปรแกรมจิโอเมตริกส์เก้ตชแพดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 10 แผน

2) บทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกส์เก้ตชแพด เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ จำนวน 10 เรื่อง

3) แบบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 25 ข้อ

4) แบบวัดวัดการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เป็นข้อสอบแบบเขียนแสดงแนวคิด จำนวน 8 ข้อ

### 3.2.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวการสอนของแวน ฮีลี ร่วมกับโปรแกรมจิโอเมตริกส์เก็ทชแพด โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

1.1) ศึกษาหลักสูตร รายละเอียดของเนื้อหาวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล การแบ่งเนื้อหากับเวลาที่ใช้สอน และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อออกแบบหน่วยการเรียนรู้

1.2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิและการคิดทางเรขาคณิต เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

1.3) ศึกษากรอบแนวคิดการวัดระดับการคิดทางเรขาคณิตและการวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิ เพื่อออกแบบใบกิจกรรมและใบงานในการประเมินการคิดทางเรขาคณิตและการประเมินความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิ

1.4) ออกแบบหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ดังตารางที่ 3.1

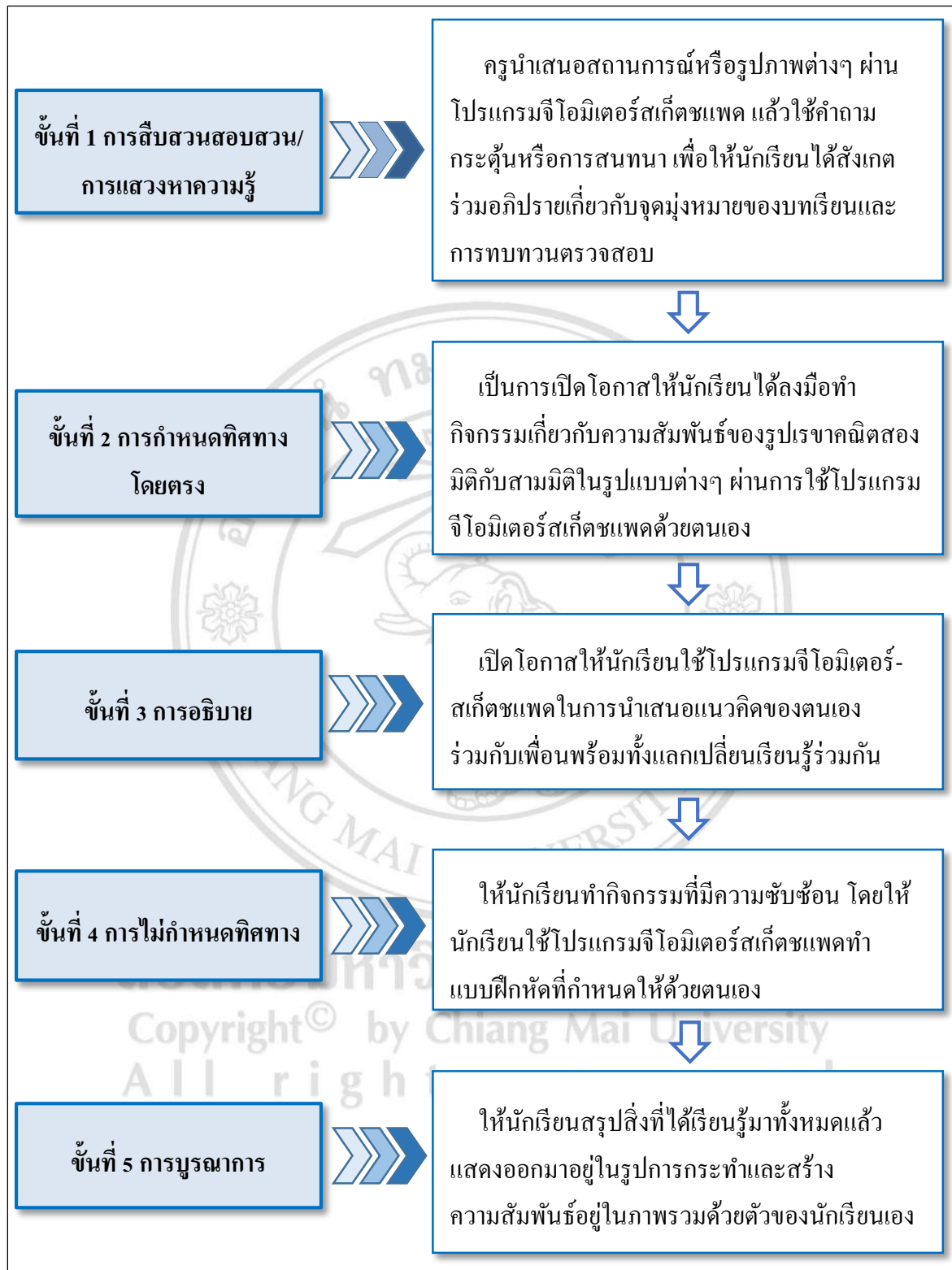
ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดหน่วยการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิและการคิดทางเรขาคณิต

| หน่วยที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้         | แผนการจัดการเรียนรู้ที่                 | เวลา (คาบ) |
|----------|------------------------------|-----------------------------------------|------------|
| 1        | ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ     | 1.ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ              | 1          |
|          |                              | 2.การเขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ      | 1          |
| 2        | รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ | 3. รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ         | 1          |
|          |                              | 4. การเขียนรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ | 1          |

ตารางที่ 3.1(ต่อ) แสดงการกำหนดหน่วยการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความรู้สึกรักเชิงปริภูมิและการคิดทางเรขาคณิต

| หน่วยที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้                                                  | แผนการจัดการเรียนรู้ที่                                                                | เวลา (คาบ) |
|----------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3        | หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ                                          | 5. หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ                                                        | 1          |
| 4        | ภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ | 6. การมองภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ            | 1          |
|          |                                                                       | 7. การเขียนภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ          | 1          |
|          |                                                                       | 8. รูปเรขาคณิตที่ได้จากภาพของการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ    | 1          |
| 5        | รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์                                   | 9. การระบุจำนวนลูกบาศก์ของรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์                          | 1          |
|          |                                                                       | 10. การเขียนรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ จากภาพการมองด้านหน้า ด้านข้างและด้านบน | 1          |
| รวม      |                                                                       |                                                                                        | 10         |

1.5) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แนวการสอนของแวน ฮีลี ร่วมกับโปรแกรมจีโอ-มิเตอร์สเก็ทแพด ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใบกิจกรรม ใบงาน บันทึกหลังสอน จำนวน 10 แผน โดยดำเนินการสอนตาม 5 ขั้นตอนของแวน ฮีลี ควบคู่กับการใช้โปรแกรมจีโอมิเตอร์สเก็ทแพด ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ภาพแผนผังแสดงการจัดการเรียนรู้เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและ  
สามมิติ ตาม 5 ขั้นตอนของแวน อีลี ควบคู่กับการใช้โปรแกรมจิโอมิเตอร์สเก็ตช์แพด

1.6) สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ (ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดูในภาคผนวก ข หน้า 87) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การประเมินความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้

| ระดับคะแนน | ความหมาย                |
|------------|-------------------------|
| 5          | มีความเหมาะสมมากที่สุด  |
| 4          | มีความเหมาะสมมาก        |
| 3          | มีความเหมาะสมปานกลาง    |
| 2          | มีความเหมาะสมน้อย       |
| 1          | มีความเหมาะสมน้อยที่สุด |

และเมื่อนำผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย สามารถแปลความหมายความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 3.3 (ศศิธร แม้นสงวน, 2555 : หน้า 299 )

ตารางที่ 3.3 การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของการประเมินความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้

| ค่าเฉลี่ย   | แปลความ                 |
|-------------|-------------------------|
| 4.51 - 5.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด  |
| 3.51 - 4.50 | มีความเหมาะสมมาก        |
| 2.51 - 3.50 | มีความเหมาะสมปานกลาง    |
| 1.51 - 2.50 | มีความเหมาะสมน้อย       |
| 1.00 - 1.50 | มีความเหมาะสมน้อยที่สุด |

1.7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (รายนามผู้เชี่ยวชาญดูในภาคผนวก ก หน้า 84) ทำการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งปรากฏผล ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ

| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ | ค่าความเหมาะสม | แปลความ                                    |
|-------------------------|----------------|--------------------------------------------|
| 1                       | 4.96           | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 2                       | 4.93           | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 3                       | 4.93           | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4                       | 4.96           | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 5                       | 4.96           | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6                       | 4.98           | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 7                       | 5              | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 8                       | 5              | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 9                       | 5              | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 10                      | 5              | แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด |

โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและผู้วิจัยได้ทำการแก้ไข ดังนี้

ข้อเสนอแนะประเด็นที่ 1 : ในกิจกรรมการเรียนการสอน หัวข้อที่ 3 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1) ควรสอดแทรกสื่อ GSP ที่เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่สามารถหมุนให้นักเรียนดูด้านแต่ละด้านได้

การปรับปรุง : เพิ่มสื่อ GSP ที่เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่สามารถหมุนให้นักเรียนดูได้ทุกด้าน

ข้อเสนอแนะประเด็นที่ 2 : ตรวจสอบการพิมพ์ เช่น การแรเงาเขียนเป็นการแรเงา

การปรับปรุง : ตรวจสอบและแก้ไขการพิมพ์ให้ถูกต้องทุกแผนการจัดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะประเด็นที่ 3 : ควรเพิ่มการ Print screen หน้าจอของสื่อ GSP ใส่ในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วย

การปรับปรุง : ไม่มีการแก้ไข เนื่องจากภาพหน้าจอของสื่อ GSP ที่ Print screen ไปแล้วนั้นมีความครอบคลุมและมีมากเพียงพอต่อการใช้งาน

ข้อเสนอแนะประเด็นที่ 4 : ควรระบุเวลาในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนในการสอนด้วยว่าใช้เวลานานเท่าไร

การปรับปรุง : ระบุระยะเวลาในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนในการสอนทุกแผนการจัดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะประเด็นที่ 5 : การประเมินด้านคุณลักษณะ ประเมิน 2 หัวข้อ ถ้าทำได้จริงจะดีมาก แต่ถ้าเวลาไม่พอควรประเมินแผนละ 1 หัวข้อพอ

การปรับปรุง : ทำการประเมิน 2 หัวข้อดังเดิม

1.8) จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และเตรียมนำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย (ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ในภาคผนวก ข หน้า 92)

2) การสร้างบทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกซ์สเกetchแพด เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เพื่อนำไปใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการดังต่อไปนี้

2.1) ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้ และเอกสารการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจิโอเมตริกซ์สเกetchแพด กำหนดกิจกรรมและเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกซ์สเกetchแพด ซึ่งกิจกรรมและเนื้อหาจะต้องมีความสอดคล้องกับแนวการสอนของแวน ฮิลล์ และส่งเสริมความรู้สึกรักเชิงปฏิมและการคิดทางเรขาคณิต โดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองผ่านบทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกซ์สเกetchแพด

2.2) สร้างบทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกซ์สเกetchแพดตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ ซึ่งประกอบด้วย บทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกซ์สเกetchแพดสำหรับครูและสำหรับนักเรียน โดยบทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกซ์สเกetchแพดสำหรับครูจะเป็นบทเรียนที่มีการกำหนดเนื้อหาและขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ส่วนบทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกซ์สเกetchแพดสำหรับนักเรียนจะบทเรียนที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมและได้ค้นพบแนวคิดต่างๆด้วยตนเอง ซึ่งรายละเอียดของบทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกซ์สเกetchแพดสำหรับครูและสำหรับนักเรียน แสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของบทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกซ์สเกetchแพดสำหรับครูและสำหรับนักเรียนที่ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้

| หน่วยการเรียนรู้ที่ | แผนการจัดการเรียนรู้ที่ | ไฟล์บทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกซ์สเกetchแพดสำหรับครู                                                                                                                                                  | ไฟล์บทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกซ์สเกetchแพดสำหรับนักเรียน                                                                                                                                                                              |
|---------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                   | 1                       | ชื่อไฟล์ : ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ_ครู.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับหลักการเขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ รวมถึงสรุปหลักการเขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ เกลยกิจกรรม เกลยใบงาน และสรุปบทเรียน | ชื่อไฟล์ : ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ_นักเรียน.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับหลักการเขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้หลักการเขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติจากการสังเกต ตัวอย่าง การทำกิจกรรมและใบงานด้วยตนเอง |

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) แสดงรายละเอียดของบทเรียนในโปรแกรมจิโอมิเตอร์สเก็ทแพดสำหรับครูและ  
สำหรับนักเรียนที่ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้

| หน่วยการ<br>เรียนรู้ที่ | แผนการจัด<br>การเรียนรู้ที่ | ไฟล์บทเรียนในโปรแกรม<br>จิโอมิเตอร์สเก็ทแพดสำหรับครู                                                                                                                                                                                                   | ไฟล์บทเรียนในโปรแกรม<br>จิโอมิเตอร์สเก็ทแพดสำหรับนักเรียน                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                       | 2                           | ชื่อไฟล์ : การเขียนภาพของรูป<br>เรขาคณิตสามมิติ_ครู.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการ<br>เขียนภาพของรูปเรขาคณิต<br>สามมิติ รวมถึงเฉลยกิจกรรม<br>เฉลยใบงาน และสรุปบทเรียน                                                                         | ชื่อไฟล์ : การเขียนภาพของรูป<br>เรขาคณิตสามมิติ_นักเรียน.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการ<br>เขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ โดย<br>นักเรียนจะได้ลงมือเขียนภาพของรูป<br>เรขาคณิตสามมิติ บอกหลักการเขียน<br>ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติจากการทำ<br>กิจกรรมและใบงานด้วยตนเอง                                                     |
| 2                       | 3                           | ชื่อไฟล์ : รูปคลี่ของรูปเรขาคณิต<br>สามมิติ_ครู.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการ<br>คลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ<br>และรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสาม<br>มิติที่ได้ รวมถึงเฉลยกิจกรรม<br>เฉลยใบงาน และสรุปบทเรียน                                        | ชื่อไฟล์ : รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสาม<br>มิติ_นักเรียน.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับเนื้อหา<br>เกี่ยวกับ การคลี่ของรูปเรขาคณิตสาม<br>มิติและรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่<br>ได้ โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้การเขียน<br>รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติผ่านการ<br>สังเกตตัวอย่าง การทำกิจกรรมและ<br>ใบงานด้วยตนเอง              |
|                         | 4                           | ชื่อไฟล์ : การเขียนรูปคลี่ของรูป<br>เรขาคณิตสามมิติ_ครู.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการ<br>เขียนรูปคลี่ของรูปเรขาคณิต<br>สามมิติที่ได้และการเขียนรูป<br>เรขาคณิตสามมิติจากรูปคลี่ที่<br>กำหนดให้ รวมถึงเฉลยกิจกรรม<br>เฉลยใบงาน และสรุปบทเรียน | ชื่อไฟล์ : การเขียนรูปคลี่ของรูป<br>เรขาคณิตสามมิติ_นักเรียน.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการเขียน<br>รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติและการ<br>เขียนรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปคลี่<br>โดยนักเรียนจะได้ลงมือเขียนรูปคลี่ของ<br>รูปเรขาคณิตสามมิติ และเขียนรูป<br>เรขาคณิตสามมิติจากรูปคลี่ผ่านการทำ<br>กิจกรรมและใบงานด้วยตนเอง |



ตารางที่ 3.5 (ต่อ) แสดงรายละเอียดของบทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกซ์แพดสำหรับครูและ  
สำหรับนักเรียนที่ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้

| หน่วยการ<br>เรียนรู้ที่ | แผนการจัด<br>การเรียนรู้ที่ | ไฟล์บทเรียนในโปรแกรม<br>จิโอเมตริกซ์แพดสำหรับครู                                                                                                                                                                                                           | ไฟล์บทเรียนในโปรแกรม<br>จิโอเมตริกซ์แพดสำหรับนักเรียน                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3                       | 5                           | ชื่อไฟล์ : หน้าตัดของรูป<br>เรขาคณิตสามมิติ_ครู.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้ระนาบตัดรูปเรขาคณิต<br>สามมิติในทิศทางต่าง ๆ รวมถึง<br>เฉลยกิจกรรม เฉลยใบงาน และ<br>สรุปบทเรียน                                                                  | ชื่อไฟล์ : หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสาม<br>มิติ_นักเรียน.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้<br>ระนาบตัดรูปเรขาคณิตสามมิติใน<br>ทิศทางต่าง ๆ โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้<br>ผ่านการสังเกตตัวอย่าง การทำกิจกรรม<br>และ ใบงานด้วยตนเอง                                                   |
| 4                       | 6                           | ชื่อไฟล์ : การมองรูปเรขาคณิต<br>สามมิติ_ครู.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการ<br>มองด้านหน้า ด้านข้างและ<br>ด้านบน ของรูปเรขาคณิตสามมิติ<br>สรุปหลักการต่างๆ รวมถึงเฉลย<br>กิจกรรม เฉลยใบงาน และสรุป<br>บทเรียน                                      | ชื่อไฟล์ : การมองรูปเรขาคณิตสามมิติ_<br>นักเรียน.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการมอง<br>ด้านหน้า ด้านข้างและด้านบน ของรูป<br>เรขาคณิตสามมิติ ซึ่งนักเรียนจะได้<br>เรียนรู้หลักมองรูปเรขาคณิตสามมิติ<br>ผ่านการสังเกตตัวอย่าง การทำกิจกรรม<br>และ ใบงานด้วยตนเอง                 |
|                         | 7                           | ชื่อไฟล์ : การเขียนภาพเพื่อ<br>แสดงลักษณะของรูปเรขาคณิต<br>สามมิติ_ครู.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการ<br>เขียนภาพสองมิติที่ได้จาก<br>การมองด้านหน้า ด้านข้างและ<br>ด้านบน ของรูปเรขาคณิตสามมิติ<br>รวมถึงเฉลยกิจกรรม เฉลยใบ<br>งาน และสรุปบทเรียน | ชื่อไฟล์ : การเขียนภาพเพื่อแสดง<br>ลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ_<br>นักเรียน.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการ<br>เขียนภาพสองมิติที่ได้จากการมอง<br>ด้านหน้า ด้านข้างและด้านบน ของรูป<br>เรขาคณิตสามมิติ ซึ่งนักเรียนจะได้<br>เรียนรู้ผ่านการลงมือทำกิจกรรม และ<br>ใบงานด้วยตนเอง |

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) แสดงรายละเอียดของบทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกส์เก็ซแพดสำหรับครูและ  
สำหรับนักเรียนที่ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้

| หน่วยการ<br>เรียนรู้ที่ | แผนการจัด<br>การเรียนรู้ที่ | ไฟล์บทเรียนในโปรแกรม<br>จิโอเมตริกส์เก็ซแพดสำหรับครู                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ไฟล์บทเรียนในโปรแกรม<br>จิโอเมตริกส์เก็ซแพดสำหรับนักเรียน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4                       | 8                           | ชื่อไฟล์ : การเขียนรูปเรขาคณิต<br>สามมิติจากภาพด้านหน้า<br>ด้านข้างและด้านบน_ครู.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการ<br>การเขียนรูปเรขาคณิตสามมิติ<br>จากภาพที่ได้จากการมอง<br>ด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนที่<br>กำหนดให้ รวมถึงเฉลยกิจกรรม<br>เฉลยใบงาน และสรุปบทเรียน                                                                          | ชื่อไฟล์ : การเขียนรูปเรขาคณิตสามมิติ<br>จากภาพด้านหน้า ด้านข้างและด้านบน_<br>นักเรียน.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการ<br>เขียนรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพที่ได้<br>จากการมองด้านหน้า ด้านข้างและ<br>ด้านบนที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนจะได้<br>เรียนรู้ผ่านการลงมือทำกิจกรรมและใบ<br>งานด้วยตนเอง                                                                      |
| 5                       | 9                           | ชื่อไฟล์ : การเขียนภาพเพื่อ<br>แสดงลักษณะของรูปเรขาคณิตที่<br>ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์_ครู.<br>gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการ<br>การเขียนภาพสองมิติที่ได้จาก<br>การมองด้านหน้า ด้านข้างและ<br>ด้านบน ของรูปเรขาคณิตที่<br>ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ พร้อม<br>ทั้งระบุจำนวนลูกบาศก์ที่<br>ซ้อนทับกัน รวมถึงเฉลยกิจกรรม<br>เฉลยใบงาน และสรุปบทเรียน | ชื่อไฟล์ : การเขียนภาพเพื่อแสดง<br>ลักษณะของรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้น<br>จากลูกบาศก์_นักเรียน.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการ<br>เขียนภาพสองมิติที่ได้จากการมอง<br>ด้านหน้า ด้านข้างและด้านบน ของรูป<br>เรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์<br>พร้อมทั้งระบุจำนวนลูกบาศก์ที่<br>ซ้อนทับกัน ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ผ่าน<br>การลงมือทำกิจกรรม และ ใบงานด้วย<br>ตนเอง |

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) แสดงรายละเอียดของบทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกส์เก็ซแพดสำหรับครูและสำหรับนักเรียนที่ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้

| หน่วยการเรียนรู้ที่ | แผนการจัดการเรียนรู้ที่ | ไฟล์บทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกส์เก็ซแพดสำหรับครู                                                                                                                                                                                                                | ไฟล์บทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกส์เก็ซแพดสำหรับนักเรียน                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                   | 10                      | ชื่อไฟล์ : การเขียนรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์จากภาพด้านต่างๆ_ครู.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการเขียนรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์จากภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนที่กำหนดให้ รวมถึงเฉลยกิจกรรม เฉลยใบงาน และสรุปบทเรียน | ชื่อไฟล์ : การเขียนรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์จากภาพด้านต่างๆ_นักเรียน.gsp<br>เป็นไฟล์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการเขียนรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์จากภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ผ่านการลงมือทำกิจกรรมและใบงานด้วยตนเอง |
| รวม                 |                         | 10                                                                                                                                                                                                                                                              | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| รวมทั้งหมด          |                         | 20                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

2.3) สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ ซึ่งจะให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ รวมไปถึงขนาดและสีของตัวอักษร ภาพและการเคลื่อนไหวที่ใช้ในการนำเสนอ (ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ คู่มือภาคผนวก ข หน้า 90) โดยใช้เกณฑ์การประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ในตารางที่ 3.2 และใช้เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ดังกล่าว โดยใช้เกณฑ์เดียวกับการแปลความหมายค่าเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้ ในตารางที่ 3.3

2.4) นำบทเรียนในโปรแกรมจิโอเมตริกส์เก็ซแพด ที่สร้างขึ้นทั้งหมดไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมที่ตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ ซึ่งปรากฏผล ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ผลการประเมินสื่อการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ

| สื่อการเรียนรู้ใน<br>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ | ค่าความเหมาะสม | แปลความ                |
|----------------------------------------------|----------------|------------------------|
| 1                                            | 4.82           | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 2                                            | 4.88           | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 3                                            | 4.94           | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4                                            | 4.88           | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 5                                            | 4.96           | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 6                                            | 5              | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 7                                            | 5              | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 8                                            | 5              | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 9                                            | 5              | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 10                                           | 4.94           | มีความเหมาะสมมากที่สุด |

โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะประเด็นที่ 1 : ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ควรสร้างสื่อสามมิติ ที่สามารถหมุน  
เพื่อให้นักเรียนดูทีละด้าน

การปรับปรุง : เพิ่มรูปเรขาคณิตสามมิติที่สามารถหมุนให้นักเรียนดูได้ทุกด้าน

ข้อเสนอแนะประเด็นที่ 2 : หน้าจอกิจกรรมที่ 5.1 ควรมีคำสั่งให้เหมือนกับใบกิจกรรม

การปรับปรุง : เพิ่มคำสั่งในกิจกรรมที่ 5.1 และตรวจสอบคำสั่งในกิจกรรมอื่นๆให้เหมือนกับ  
ในใบกิจกรรม

2.5) นำบทเรียนในโปรแกรมจีโอเมตริกส์เก็ตชแพด มาปรับปรุงแก้ไขตาม  
คำแนะนำของและเตรียมนำไปใช้ควบคู่แผนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย (ตัวอย่าง  
บทเรียนในโปรแกรมจีโอเมตริกส์เก็ตชแพดสำหรับครูและนักเรียนดูในภาคผนวก ข หน้า 109)

3) การสร้างแบบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต  
สองมิติและสามมิติ ดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1) ศึกษาเนื้อหา วิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้สึกรู้สึกเชิง  
ปริภูมิในแต่ละด้าน ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิ และทำการวิเคราะห์หลักสูตร  
เพื่อกำหนดข้อสอบให้มีความครอบคลุมความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิทั้ง 4 ด้าน โดยกำหนดเนื้อหาและจำนวน  
ข้อสอบที่สอดคล้องกับความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิในแต่ละด้าน ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 แสดงเนื้อหาและจำนวนข้อสอบที่สอดคล้องกับความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิในแต่ละด้าน

| ความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิ                             | จำนวนข้อสอบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ |                |                |                |                |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                                         | หน่วย<br>ที่ 1                     | หน่วย<br>ที่ 2 | หน่วย<br>ที่ 3 | หน่วย<br>ที่ 4 | หน่วย<br>ที่ 5 |
| ด้านความคงตัวในการรับรู้รูปร่างหรือขนาด                 | 5                                  | -              | -              | -              | -              |
| ด้านความทรงจำเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เห็น                    | 2                                  | -              | -              | -              | -              |
| ด้านการรับรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆในปริภูมิ | -                                  | 4              | 4              | 3              | 3              |
| ด้านการรับรู้เกี่ยวกับตำแหน่งในปริภูมิ                  | -                                  | -              | -              | 6              | 3              |
| รวม                                                     | 7                                  | 4              | 4              | 9              | 6              |
| รวมทั้งหมด                                              | 30                                 |                |                |                |                |

3.2) สร้างข้อสอบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิ แบบเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ โดยเกณฑ์การให้คะแนน คือ คำตอบถูกต้องได้ 1 คะแนนและคำตอบผิดได้ 0 คะแนน

3.3) นำแบบทดสอบที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC : Index of congruence) เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิในแต่ละด้านซึ่งมีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำว่าข้อสอบควรมีการระบุทิศการมองด้านหน้า ด้านข้างและด้านบน หรือด้านใดด้านหนึ่งมาให้นักเรียนเพื่อนำไปใช้กับข้อสอบจำนวน 9 ข้อ และตัวเลือกของข้อสอบจำนวน 2 ข้อ ควรจะใช้ภาพที่มีความสอดคล้องกับรูปต้นแบบให้มากกว่านี้ (รายละเอียดดังปรากฏ ในภาคผนวก ค หน้า 121)

3.4) ปรับปรุงข้อสอบจากข้อเสนอแนะและนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสารสาสน์วิเทศน์เชียงใหม่ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 52 คน

3.5) ทำการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อโดยใช้วิธีของจอห์นสัน (Johnson) (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544 : 144) เพื่อยืนยันคุณภาพของข้อสอบ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมจำนวน 25 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริงกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.74 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.46 จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544 : 128) ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74 (ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นดูในภาคผนวก ค หน้า 122-123)

3.6) นำข้อสอบไปปรับปรุงและเตรียมข้อสอบเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย (ตัวอย่างข้อสอบวัดความรู้สึกเชิงปริภูมิในภาคผนวก ข หน้า 114)

4) การสร้างแบบวัดการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต สองมิติและ สามมิติ ดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1) ศึกษาเนื้อหา วิเคราะห์ ประเด็น เป้าหมายของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการคิดทางเรขาคณิต เพื่อกำหนดเป้าหมายในการประเมินระดับการคิดทางเรขาคณิตในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดการคิดทางเรขาคณิต และทำการวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อกำหนดข้อสอบให้มีความครอบคลุม

4.2) สร้างแบบวัดการคิดทางเรขาคณิตโดยเป็นข้อสอบแบบเขียนแสดงแนวคิด จำนวน 8 ข้อ พร้อมกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อจะวัดเป็นระดับการคิดทางเรขาคณิต โดยศึกษาการวัดระดับการคิดทางเรขาคณิตจากการวัดระดับการคิดทางเรขาคณิตของแวนฮิลลี และวิเคราะห์ระดับการคิดการคิดทางเรขาคณิตของเนื้อหาในเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ซึ่งมี 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 0 ระดับ 1 และระดับ 2 แสดงดังตารางที่ 3.8 ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การประเมินการวัดระดับการคิดทางเรขาคณิตและพฤติกรรมที่ปรากฏ

| ระดับการคิดทางเรขาคณิต | พฤติกรรมที่ปรากฏ                                                                                                          |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2                      | อธิบายรายละเอียดปลีกย่อยเกี่ยวกับสมบัติของรูปต่างๆทางเรขาคณิต และสามารถเปรียบเทียบและบอกความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันได้   |
| 1                      | อธิบายลักษณะส่วนย่อยหรือบอกสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ แต่ไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์รูปที่เห็นหรือรูปที่ยังมองไม่เห็นได้ |
| 0                      | อธิบายลักษณะรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปร่างภายนอก สามารถบอกชื่อรูปภาพที่มองเห็นแต่ไม่สามารถบอกคุณลักษณะส่วนย่อยได้           |

4.3) นำแบบวัดการคิดทางเรขาคณิตที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC: Index of congruence) เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับเป้าหมายในการประเมินระดับการคิดทางเรขาคณิตในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งมีค่าความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00 และผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำว่า ข้อสอบที่เกี่ยวกับการมองด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติและรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ ควรจะระบุทิศการมองด้านหน้า ด้านข้างและด้านบน หรือด้านใดด้านหนึ่งมาให้ให้นักเรียนจำนวน 3 ข้อ (รายละเอียดดังปรากฏในภาคผนวก ค หน้า 124)

4.4) ปรับปรุงแบบวัดการคิดทางเรขาคณิตจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสารสาสน์วิเทศน์เชียงใหม่ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 52 คน

4.5) ทำการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยใช้วิธีของวิทเนย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544 : 147) เพื่อยืนยันคุณภาพของข้อสอบ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมจำนวน 8 ข้อ ซึ่งข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.29 – 0.67 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.49 – 0.67 จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544 : 128 ) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 (ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นดูในภาคผนวก ค หน้า 124-125)

4.6) แบบวัดการคิดทางเรขาคณิตไปปรับปรุงและเตรียมข้อสอบเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย (ตัวอย่างแบบวัดการคิดทางเรขาคณิตดูในภาคผนวก ข หน้า 116)

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนนักเรียนและดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ 9 - 25 กุมภาพันธ์ 2559 โดยการดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

#### 3.3.1 ขั้นตอนการเตรียมการ

1) ก่อนดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยทำการตรวจสอบเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องว่ามีความพร้อมในการใช้งานจำนวนเท่าใด จากนั้นติดตั้ง โปรแกรมจีโอมิเตอร์สเก็ทชแพดในคอมพิวเตอร์เครื่องที่ใช้งานได้

2) ก่อนที่จะทำการสอนในแต่ละคาบการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการอัปโหลดไฟล์บทเรียนในโปรแกรมจีโอมิเตอร์สเก็ทชแพดสำหรับนักเรียนของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทุกๆเช้าของวันที่มีการเก็บข้อมูล โดยจะอัปโหลดเฉพาะไฟล์ที่ใช้เรียนในคาบนั้นๆ

หมายเหตุ : เนื่องจากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมจีโอมิเตอร์สเก็ทชแพดอยู่แล้ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่ได้จัดอบรมการใช้งานโปรแกรมจีโอมิเตอร์สเก็ทชแพดให้กับนักเรียน

### 3.2.2 ขั้นตอนการสอน

1) ผู้วิจัยทำการชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้และเป้าหมายการเรียนรู้ในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และทำการสอนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้เตรียมไว้ โดยแต่ละคาบนักเรียนจะได้ใช้โปรแกรมจีโอเมตริคส์เก็ตชแพคในการสำรวจ ตรวจสอบ สืบเสาะและค้นหา ซึ่งในขณะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำการสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียนควบคู่ไปกับการพิจารณาความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิของนักเรียน ผ่านการถามตอบในห้องเรียน การทำใบกิจกรรมและใบงาน

2) หลังจากทำการสอนเสร็จในแต่ละคาบ ผู้วิจัยทำการบันทึกหลังการสอนในแต่ละคาบเรียน โดยจะบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน รวมถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

3) เมื่อผู้วิจัยสอนจบในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิและการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียน โดยวิเคราะห์จากใบงานในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4) ผู้วิจัยดำเนินการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 – 5 โดยดำเนินการในรูปแบบเดียวกับการดำเนินการในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

5) เมื่อสอนจบเนื้อหาทั้งหมด ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิและแบบวัดการคิดทางเรขาคณิตที่สร้างขึ้น เพื่อวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิและการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียน จากนั้นนำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการที่ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการให้นักเรียนทำแบบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิและแบบวัดการคิดทางเรขาคณิต และจากการสังเกตพฤติกรรมต่างๆรวมถึงใบกิจกรรมและใบงานของนักเรียนในระหว่างที่สอน ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 2 ตอนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

#### ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิของนักเรียน

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนมาวิเคราะห์เพื่อวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิแต่ละ



ด้านและนำคะแนนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 มาคำนวณหาค่าร้อยละ จากนั้นทำการวิเคราะห์ ลักษณะความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิในแต่ละด้านจากใบงาน เพื่อนำผลมาพรรณนาวิเคราะห์ถึงความรู้สึกเชิง ปริภูมิที่ได้โดยการเขียนบรรยาย

## ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การคิดทางเรขาคณิตของนักเรียน

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง ความสัมพันธ์ ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนมาวิเคราะห์เพื่อวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต โดยเทียบตามระดับการคิดทางเรขาคณิต ดังตารางที่ 5.8 และคำนวณหาค่าร้อยละของนักเรียนที่อยู่ใน แต่ละระดับ และนำคะแนนจากการทำใบงานในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ของนักเรียน มาวิเคราะห์เพื่อ ศึกษาการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จากนั้นนำผลมาพรรณนาวิเคราะห์โดย การเขียนบรรยาย

### 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

3.5.1 ค่าร้อยละ (Percentage) แสดงคะแนนและจำนวนนักเรียนที่มีความรู้สึกรู้สึกเชิง ปริภูมิและการคิดทางเรขาคณิต จากการทำแบบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิและแบบวัดการคิดทาง เรขาคณิต ซึ่งคำนวณได้จากการใช้สูตรดังนี้

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ  $P$  แทน ร้อยละ  
 $F$  แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ  
 $N$  แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.5.2 สูตรความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC : Index of congruence) ของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) ใช้กับแบบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิและแบบวัดการคิดทางเรขาคณิต (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544 : 116) มีสูตรคำนวณ ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ  
จุดประสงค์

$\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.5.4 ค่าความยาก (Index of difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Index of discrimination) ของแบบวัดความรู้สึกรังเกียจปฏิภูมิ โดยใช้วิธีของจอห์นสัน (Johnson) (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544 : 144) โดยใช้สูตรดังนี้

1) ค่าความยาก (P)

$$P = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l} \times 100$$

2) ค่าอำนาจจำแนก (r)

$$r = \frac{R_h - R_l}{n_h}$$

เมื่อ  $P$  แทน ค่าความยาก

$r$  แทน ค่าอำนาจจำแนก

$R_h, R_l$  แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ  
ตามลำดับ

$n_h, n_l$  แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ  
ตามลำดับ

3.5.5 ค่าความยาก (Index of difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Index of discrimination) ของแบบวัดการคิดทางเรขาคณิต โดยใช้วิธีของวิทเนย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544 : 147) โดยใช้สูตรดังนี้

1) ค่าความยาก (P)

$$\text{Index of Difficulty} = \frac{S_h + S_l - (n_t)(X_{\min})}{n_t(X_{\max} - X_{\min})}$$

2) ค่าอำนาจจำแนก (r)

$$\text{Index of Difficulty} = \frac{S_h - S_l}{n_h(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ  $S_h$  แทน ผลรวมfx ของคะแนนกลุ่มสูง

$S_l$  แทน ผลรวมfx ของคะแนนกลุ่มต่ำ

$X_{max}$  แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

$X_{min}$  แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

$n_t$  แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

$n_h$  แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

3.5.6 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดความรู้สึกลงใจปฏิภูมิและแบบวัดการคิดทางเรขาคณิต โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544 : 128 ) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ  $\alpha$  แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

$k$  แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ

$s_i^2$  แทน ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ

$s_t^2$  แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด