# บทที่ 4
# ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินสมรรถนะของครูคณิตศาสตร์ที่ได้รับการอบรมการใช้เทคนิควิเคราะห์ย้อนกลับในการออกแบบสื่อการเรียนรู้เรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม GSP มาวิเคราะห์ 2 ตอน คือ **ตอนที่ 1** ผลการวิเคราะห์สมรรถนะของครูคณิตศาสตร์ในการใช้เทคนิควิเคราะห์ย้อนกลับ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม โดยนำข้อมูลจากระดับการประเมินของแต่ละคนที่ทำกิจกรรมทุกกิจกรรมไปหาค่าเฉลี่ยร้อยละ และ**ตอนที่ 2** ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับสมรรถนะของครูคณิตศาสตร์ในการออกแบบสื่อการเรียนรู้เรขาคณิตที่ใช้เทคนิควิเคราะห์ย้อนกลับด้วยโปรแกรม GSP ตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของแวน ฮิลี

**ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์สมรรถนะของครูคณิตศาสตร์ในการใช้เทคนิควิเคราะห์ย้อนกลับ**

ผู้วิจัยได้ประเมินการใช้เทคนิควิเคราะห์ย้อนกลับในการปฏิบัติงานตามใบกิจกรรม 8 กิจกรรม ซึ่งแบ่งเป็นกิจกรรมเรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม 8 กิจกรรม โดยใช้แบบประเมิน Rubric Score แบบที่ 1 ได้ผลของการประเมินสมรรถนะ ดังตาราง 1

**ตาราง 1** ผลการประเมินสมรรถนะของครูคณิตศาสตร์ในการใช้เทคนิควิเคราะห์ย้อนกลับ

| กิจกรรม | ผลการประเมินรายกิจกรรม (ร้อยละ) | | | | สมรรถนะเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | ระดับ 4 | ระดับ 3 | ระดับ 2 | ระดับ 1 | |
| **เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ** | | | | | |
| 1. ความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน | | | | | |
| กิจกรรมที่ 1 | 18 | 1 | 1 | 0 | 3.85 |
| กิจกรรมที่ 2 | 17 | 2 | 1 | 0 | 3.80 |
| **สมรรถนะเฉลี่ย** | | | | | **3.83** |
| 2. ความสัมพันธ์ ด้าน-ด้าน-ด้าน | | | | | |
| กิจกรรมที่ 3 | 18 | 2 | 0 | 0 | 3.90 |
| กิจกรรมที่ 4 | 18 | 2 | 0 | 0 | 3.90 |
| **สมรรถนะเฉลี่ย** | | | | | **3.90** |

| กิจกรรม | ผลการประเมินรายกิจกรรม (ร้อยละ) | | | | สมรรถนะเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | ระดับ 4 | ระดับ 3 | ระดับ 2 | ระดับ 1 | |
| **เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ (ต่อ)** | | | | | |
| 3. ความสัมพันธ์ มุม-ด้าน-มุม | | | | | |
| กิจกรรมที่ 5 | 12 | 5 | 3 | 0 | 3.45 |
| กิจกรรมที่ 6 | 10 | 8 | 2 | 0 | 3.40 |
| **สมรรถนะเฉลี่ย** | | | | | **3.43** |
| 4. ความสัมพันธ์ ฉาก-ด้าน-ด้าน | | | | | |
| กิจกรรมที่ 7 | 12 | 6 | 2 | 0 | 3.50 |
| ความสัมพันธ์ มุม-มุม-ด้าน | | | | | |
| กิจกรรมที่ 8 | 10 | 8 | 2 | 0 | 3.40 |
| **สมรรถนะเฉลี่ย** | | | | | **3.45** |
| **สมรรถนะรวมเฉลี่ย** | | | | | **3.40** |
| **สมรรถนะรวมร้อยละเฉลี่ย** | | | | | **85.06** |

จากตาราง 1 ผลประเมินรายกิจกรรมเรื่องความเท่ากันทุกประการ พบว่า จำนวนกิจกรรม 8 กิจกรรม ครูคณิตศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีสมรรถนะในการใช้เทคนิควิเคราะห์ย้อนกลับเพื่อพิสูจน์ข้อความคาดการณ์ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมที่แสดงความสัมพันธต่าง ๆ เรียงลำดับสมรรถนะจากมากไปหาน้อย ดังนี้

ความสัมพันธ์ ด้าน-ด้าน-ด้าน มีสมรรถนะเฉลี่ย 3.90

ความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน มีสมรรถนะเฉลี่ย 3.83

ความสัมพันธ์ ฉาก-ด้าน-ด้าน มีค่า 3.50 และมุม-มุม-ด้าน มีค่า 3.40 ซึ่งคิดเป็นสมรรถนะเฉลี่ย 3.45

ความสัมพันธ์ มุม-ด้าน-มุม มีสมรรถนะเฉลี่ย 3.43

สำหรับสมรรถนะรวมเฉลี่ยของการใช้เทคนิควิเคราะห์ย้อนกลับของครูคณิตศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ 3.40 และสมรรถนะรวมร้อยละเฉลี่ย คือ 85.06

**ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับสมรรถนะของครูคณิตศาสตร์ในการออกแบบสื่อการเรียนรู้**

ผู้วิจัยได้ประเมินสมรรถนะของครูคณิตศาสตร์ในการออกแบบสื่อการเรียนรู้เรขาคณิตด้วยโปรแกรม GSP ตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของแวน ฮิลี โดยใช้แบบประเมิน Rubric Score แบบที่ 2 ได้ผลของการประเมินสมรรถนะ ดังตาราง 2

**ตาราง 2** ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับสมรรถนะของครูคณิตศาสตร์ในการออกแบบสื่อการเรียนรู้

| **สื่อการเรียนรู้** | **ผลการประเมินแต่ละสื่อ** | | | **สมรรถนะเฉลี่ย** |
|---|---|---|---|---|
| | ระดับ 3 | ระดับ 2 | ระดับ 1 | |
| **เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ** | | | | |
| 1. **ความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน** | | | | |
| 1.1 ความถูกต้องตามวัตถุประสงค์ | 19 | 1 | 0 | 2.95 |
| 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา | 19 | 1 | 0 | 2.95 |
| 1.3 ความถูกต้องตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของแวน ฮิลี | 17 | 2 | 1 | 2.75 |
| 1.4 ความถูกต้องของการใช้ GSP | 18 | 1 | 1 | 2.80 |
| **สมรรถนะเฉลี่ย** | | | | **2.86** |
| 2. **ความสัมพันธ์ ด้าน-ด้าน-ด้าน** | | | | |
| 2.1 ความถูกต้องตามวัตถุประสงค์ | 20 | 0 | 0 | 3.00 |
| 2.2 ความถูกต้องของเนื้อหา | 20 | 0 | 0 | 3.00 |
| 2.3 ความถูกต้องตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของแวน ฮิลี | 16 | 3 | 1 | 2.70 |
| 2.4 ความถูกต้องของการใช้ GSP | 18 | 1 | 1 | 2.80. |
| **สมรรถนะเฉลี่ย** | | | | **2.88** |
| 3. **ความสัมพันธ์ มุม-ด้าน-มุม** | | | | |
| 3.1 ความถูกต้องตามวัตถุประสงค์ | 18 | 2 | 0 | 2.90 |
| 3.2 ความถูกต้องของเนื้อหา | 18 | 2 | 0 | 2.90 |
| 3.3 ความถูกต้องตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของแวน ฮิลี | 16 | 2 | 2 | 2.60 |
| 3.4 ความถูกต้องของการใช้ GSP | 16 | 2 | 2 | 2.60 |
| **สมรรถนะเฉลี่ย** | | | | **2.75** |

| สื่อการเรียนรู้ | ผลการประเมินแต่ละสื่อ | | | สมรรถนะเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | ระดับ 3 | ระดับ 2 | ระดับ 1 | |
| **4. ความสัมพันธ์ ฉาก-ด้าน-ด้าน / มุม-มุม-ด้าน** | | | | |
| **4.1 ฉาก-ด้าน-ด้าน** | | | | |
| 4.1.1 ความถูกต้องตามวัตถุประสงค์ | 18 | 2 | 0 | 2.90 |
| 4.1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา | 18 | 1 | 1 | 2.80 |
| 4.1.3 ความถูกต้องตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของแวน ฮิลี | 15 | 3 | 2 | 2.55 |
| 4.1.4 ความถูกต้องของการใช้ GSP | 16 | 2 | 2 | 2.60 |
| **สมรรถนะเฉลี่ย** | | | | **2.71** |
| **4. ความสัมพันธ์ ฉาก-ด้าน-ด้าน / มุม-มุม-ด้าน (ต่อ)** | | | | |
| **4.2 มุม-มุม-ด้าน** | | | | |
| 4.2.1 ความถูกต้องตามวัตถุประสงค์ | 18 | 2 | 0 | 2.90 |
| 4.2.2 ความถูกต้องของเนื้อหา | 17 | 2 | 1 | 2.75 |
| 4.2.3 ความถูกต้องตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของแวน ฮิลี | 16 | 2 | 2 | 2.60 |
| 4.2.4 ความถูกต้องของการใช้ GSP | 16 | 2 | 2 | 2.60 |
| **สมรรถนะเฉลี่ย** | | | | **2.71** |
| **สมรรถนะรวมเฉลี่ย** | | | | **2.78** |
| **ค่าเฉลี่ยร้อยละของสมรรถนะ** | | | | **92.75** |

จากตาราง 2 ผลประเมินการออกแบบสื่อ เรื่องความเท่ากันทุกประการ พบว่า จำนวนสื่อการเรียนรู้ 5 เรื่อง ครูคณิตศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีสมรรถนะในการออกแบบสื่อการเรียนรู้เรขาคณิตโดยใช้เทคนิควิเคราะห์ย้อนกลับด้วย GSP ตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของแวนฮิ ลี พบว่า ได้ระดับของสมรรถนะเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้

สื่อการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ ด้าน-ด้าน-ด้าน มีสมรรถนะเฉลี่ย 2.88
สื่อการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน มีสมรรถนะเฉลี่ย 2.86
สื่อการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ มุม-ด้าน-มุม มีสมรรถนะเฉลี่ย 2.75
สื่อการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ ฉาก-ด้าน-ด้าน มีสมรรถนะเฉลี่ย 2.71
สื่อการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ มุม-มุม-ด้าน มีสมรรถนะเฉลี่ย 2.71

ผู้วิจัยได้คำนวณหาค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของครูคณิตศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม เกี่ยวกับ ความถูกต้องของวัตถุประสงค์ เนื้อหา การจัดลำดับขั้นการเรียนรู้ของแวน ฮิลี และ การใช้เทคนิคของ GSP ได้ระดับ 2.78 และคิดเป็นร้อยละ 92.75

เมื่อพิจารณาสมรรถนะจาก Rubric Score ของการใช้เทคนิควิเคราะห์ย้อนกลับกับการออกแบบสื่อการเรียนรู้เรขาคณิต เรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้โปรแกรม GSP ตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของแวน ฮิลี มาหาผลรวมของสมรรถนะแต่ละคู่จะได้ผลดังตาราง 3

**ตาราง 3** สมรรถนะรวมด้านการใช้เทคนิควิเคราะห์ย้อนกลับและการออกแบบสื่อการเรียนรู้ด้วย GSP

| **เรื่อง** | **สมรรถนะย้อนกลับ** (4) | **สมรรถนะ GSP** (3) | **สมรรถนะรวม** (7) |
|---|---|---|---|
| 1. ความสัมพันธ์ ด้าน-มุม-ด้าน | 3.83 | 2.86 | 6.69 |
| 2. ความสัมพันธ์ ด้าน-ด้าน-ด้าน | 3.90 | 2.88 | 6.78 |
| 3. ความสัมพันธ์ มุม-ด้าน-มุม | 3.43 | 2.75 | 6.18 |
| 4. ความสัมพันธ์ ฉาก-ด้าน-ด้าน | 3.50 | 2.71 | 6.21 |
| 5. ความสัมพันธ์ มุม-มุม-ด้าน | 3.40 | 2.71 | 6.11 |
| **สมรรถนะรวมเฉลี่ย** | | | 6.39 |
| **สมรรถนะรวมร้อยละเฉลี่ย** | | | 91.34 |

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่าสมรรถนะรวมด้านการใช้เทคนิควิเคราะห์ย้อนกลับในการสร้างสื่อการเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมได้สมรรถนะรวมเฉลี่ย 6.39 จากคะแนนเต็ม 7 หรือคิดเป็นร้อยละ 91.34