

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จำนวนเชิงซ้อน โดยใช้โปรแกรม จีเอสพีและการเรียนแบบทีเอไอสำหรับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้ดำเนินการตามขั้นตอนตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการทดลองครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 210 คน ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัส ค32201 โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 6

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางบ่อวิทยาคมสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 6 ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 39 คน และได้จากการสุ่มแบบเจาะจงกลุ่มนักเรียนห้องที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบทีเอไอและใช้จีเอสพี เรื่องจำนวนเชิงซ้อน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาในการทดลอง 16 ชั่วโมง

ส่วนที่ 2 สื่อที่สร้างจากจีเอสพี สื่อนี้ปรับปรุงจากสื่อในงานวิจัยของ เด่น จิตวิฆาม (2555) และสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 16 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ในการวิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1) ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและสอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องจำนวนเชิงซ้อน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และศึกษา ทฤษฎี หลักการ และแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการเรียนแบบทีเอไอจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังที่

กล่าวไว้ในบทที่ 2 หน้า 12-23

2) ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ดังรายละเอียดที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 หน้า 7-9 โดยให้สอดคล้องกับเนื้อหา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งแผนการเรียนรู้ในแต่ละแผนประกอบด้วยชุดแบบฝึกทักษะจำนวน 3 ชุด และแบบทดสอบย่อยอัตราส่วน จำนวน 5 ข้อ แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีจำนวน 5 แผน จุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละแผนมีดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการหาค่าจำนวนเชิงซ้อน ค่าสัมบูรณ์และสังยุคของจำนวนเชิงซ้อน

- นักเรียนรู้ความหมายของจำนวนเชิงซ้อน
- นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจำนวนเชิงซ้อนกำหนดได้ในรูปคู่อันดับ
- นักเรียนสามารถระบุส่วนประกอบของจำนวนเชิงซ้อนได้ถูกต้อง
- นักเรียนสามารถหาสังยุคของจำนวนเชิงซ้อนได้
- นักเรียนสามารถหาค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อนได้
- นักเรียนสามารถนำสมบัติการเท่ากันของจำนวนเชิงซ้อน และการดำเนินการของจำนวนเชิงซ้อนไปใช้แก้ปัญหาได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสมบัติเชิงพีชคณิตของจำนวนเชิงซ้อน

- นักเรียนสามารถหาผลบวก ผลลบ ของจำนวนเชิงซ้อนได้
- นักเรียนสามารถหาตัวผกผันการบวกของจำนวนเชิงซ้อนที่กำหนดได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมบัติเชิงพีชคณิตของจำนวนเชิงซ้อน (ต่อ)

- นักเรียนสามารถหาเอกลักษณ์การคูณและตัวผกผันการคูณของจำนวนเชิงซ้อนที่กำหนดได้
- นักเรียนสามารถหาผลคูณและผลของจำนวนเชิงซ้อนได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว

- นักเรียนสามารถหาค่าอาร์กิวเมนต์ของจำนวนเชิงซ้อนได้
- นักเรียนสามารถเขียนจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้วได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องรากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน

- นักเรียนสามารถหารากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มบวก
- นักเรียนสามารถหาคำตอบพหุนามดีกรีไม่เกินสามได้

หมายเหตุ ในกระบวนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนผู้วิจัยใช้วิธีการเรียนแบบที่เอื้อร่วมกับการใช้สื่อที่สร้างจากเจอสฟี่ซึ่งนักเรียนต้องทำแบบฝึกทักษะจำนวน 3 ชุดตามลำดับโดยมีเงื่อนไขการผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ให้แก้ไขจนกว่าจะผ่านโดยมีครูคอยช่วยเหลือ แนะนำแนวทางในการแก้ปัญหาหลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปภาพรวมการจัดกิจกรรม

3) ตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

- แผนการจัดการเรียนรู้ได้รับการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอนจากอาจารย์ที่ปรึกษาและได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ แสดงในภาคผนวก ก)
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเล็ก 4-6 คน สองครั้ง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเวลา ความต่อเนื่องของเนื้อหา และความบกพร่องในการจัดกิจกรรม
- ทดลองภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นที่ 2 ปรับปรุงสื่อที่สร้างจากจีเอสพีในงานวิจัยของ เด่น จิตวิฑูร

สื่อที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ปรับปรุงจากสื่อในงานวิจัยของ เด่น จิตวิฑูร (2555) ดังต่อไปนี้

- ปรับปรุงสี รูปภาพ เพื่อกระตุ้นความสนใจเรียงลำดับเนื้อหาใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจำนวน 5 หน่วย
- เพิ่มตัวอย่างการคูณและการหารจำนวนเชิงซ้อนในสื่อหน่วยที่ 3 เพื่อแสดงตัวอย่างให้กระชับชัดเจน

ลักษณะของสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนในหน่วยต่างๆมีดังนี้

- 1) สื่อประกอบการเรียนในหน่วยที่ 1 เป็นสื่อที่ใช้แสดงกราฟจำนวนเชิงซ้อน ค่าสัมบูรณ์และสังยุคของจำนวนเชิงซ้อนวัตถุประสงค์ของสื่อในหน่วยนี้มีไว้เพื่อให้นักเรียนทราบว่าจำนวนเชิงซ้อนกำหนดได้ในรูปคู่อันดับ สามารถระบุส่วนต่างๆ หาสังยุคและหาค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อนได้ นอกจากนี้นักเรียนสามารถนำสมบัติการเท่ากันของจำนวนเชิงซ้อนไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
- 2) สื่อประกอบการเรียนในหน่วยที่ 2 เป็นสื่อที่ใช้แสดงการดำเนินการบวก การลบ คุณสมบัติของเอกลักษณ์การบวกและตัวผกผันการบวกของจำนวนเชิงซ้อนสื่อที่ปรับปรุงขึ้นให้สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โครงสร้างของสื่อประกอบด้วย เมนูการตรวจสอบการบวกจำนวนเชิงซ้อน ตรวจสอบเอกลักษณ์และตัวผกผันการบวก และตรวจสอบผลลบโดยตัวผกผันการบวก วัตถุประสงค์ของสื่อในหน่วยนี้มีไว้เพื่อให้นักเรียนสามารถหาผลบวก ผลลบ ของจำนวนเชิงซ้อนได้และสามารถหาเอกลักษณ์การบวกของจำนวนเชิงซ้อนได้ ซึ่งสื่อแสดงจำนวนเชิงซ้อนที่กำหนด 2 จำนวน และจำนวนเชิงซ้อนผลลัพธ์การบวกเมื่อนักเรียนปรับเปลี่ยนค่าจำนวนเชิงซ้อนที่กำหนดแล้วสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์
- 3) สื่อประกอบการเรียนในหน่วยที่ 3 เป็นสื่อที่ใช้แสดงการดำเนินการคูณ การหาร คุณสมบัติของเอกลักษณ์การคูณและตัวผกผันการคูณของจำนวนเชิงซ้อนสื่อในหน่วยนี้ถูกปรับปรุงเกี่ยวกับตัวอย่าง

การคูณและการหารจำนวนเชิงซ้อน วัตถุประสงค์ของสื่อในหน่วยนี้มีไว้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการคูณ การหารจำนวนเชิงซ้อนหาเอกลักษณ์การคูณและตัวผกผันการคูณของจำนวนเชิงซ้อนที่กำหนดได้

4) สื่อประกอบการเรียนในหน่วยที่ 4 เป็นสื่อที่ใช้แสดงค่าอาร์กิวเมนต์ของจำนวนเชิงซ้อนและจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว วัตถุประสงค์ของสื่อในหน่วยนี้มีไว้เพื่อให้นักเรียนสามารถหาค่าอาร์กิวเมนต์ของจำนวนเชิงซ้อน และเขียนจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้วได้ โดยสอดคล้องกับแบบฝึกทักษะ ขั้นตอนการใช้สื่อขั้นแรกครูกำหนดให้นักเรียนหาค่าอาร์กิวเมนต์ของจำนวนเชิงซ้อนโดยกำหนดจำนวนเชิงซ้อนใดๆ 1 จำนวน แล้วอ่านค่าขนาดของมุมที่เวกเตอร์บอกทิศทางของจำนวนเชิงซ้อนกับแกนแนวนอนด้านบวกในทิศทวนเข็มนาฬิกา และให้นักเรียนศึกษาความสัมพันธ์ของเวกเตอร์บอกทิศทางจำนวนเชิงซ้อนตามแกนแนวดิ่งและเวกเตอร์บอกทิศทางของจำนวนเชิงซ้อนตามแกนแนวนอน แล้วจึงเปลี่ยนจำนวนเชิงซ้อนให้อยู่ในรูปเชิงขั้วโดยใช้สื่อแสดงค่าอาร์กิวเมนต์ของจำนวนเชิงซ้อนที่กำหนด

5) สื่อประกอบการเรียนในหน่วยที่ 5 เป็นสื่อที่ใช้แสดงรากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน ในหน่วยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถหารากที่ n ได้ และสามารถแก้พหุนามดีกรีไม่เกินสามได้ ขั้นตอนการใช้สื่อเริ่มจากศึกษาความสัมพันธ์ของขนาดและอาร์กิวเมนต์ของจำนวนเชิงซ้อนใดๆ กับรากที่ n ตัวที่แรกของจำนวนนั้นในจุดภาคที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์โดยเพิ่มค่า k ที่มีจำนวนเต็มเริ่มจาก 0 แล้วเพิ่มค่า k ทีละหนึ่งให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงเพื่อสรุปได้ว่า รากที่ n มีค่าแตกต่างกันได้ทั้งหมดก็ค่ามีความสัมพันธ์กับค่า k อย่างไร และสื่อยังแสดงรากที่ n ทุกค่าที่แตกต่างกันเพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่ารากที่ติดกันมีค่าอาร์กิวเมนต์สัมพันธ์กันอย่างไร

ขั้นที่ 3 สร้างและหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 1) ดำเนินการสร้าง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ตามแนวทางที่ได้ศึกษาไว้ในบทที่ 2 หน้าที่ 9 จำนวน 40 ข้อ เพื่อใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์และวัดความก้าวหน้าโดยสร้างแบบทดสอบตามที่ได้วิเคราะห์เนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก
- 2) วิเคราะห์หาค่าอำนาจการจำแนก (p) (สูตรแสดงในหัวข้อ 3.5 ข้อ 3) และค่าความยากง่าย (r) (สูตรแสดงในหัวข้อ 3.5 ข้อ 4) โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการเรียนเรื่องจำนวนเชิงซ้อนแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจการจำแนก 0.2 ขึ้นไป
- 3) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และอำนาจการจำแนกตามที่กำหนด จำนวน 30 ข้อแล้วเลือกข้อสอบอีก 4 ข้อจากข้อสอบที่เหลือปรับให้เป็นข้อสอบแบบอัตนัยแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจำนวน 3 ท่าน (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ แสดงในภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิง

เนื้อหาโดยการหาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Object Congruence : IOC) (สูตรแสดงในหัวข้อ 3.5 ข้อ 5) โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- 1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อสอบวัดไม่ตรงจุดประสงค์
- 0 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดตรงตามจุดประสงค์
- +1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงจุดประสงค์

4) คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การประเมินเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง จำนวนเชิงซ้อน ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 16 ข้อ และคัดเลือกข้อสอบอีก 4 ข้อคะแนนเต็ม 34 คะแนนเพื่อให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้

5) นำแบบทดสอบที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson 20) (สูตรแสดงในหัวข้อ 3.5 ข้อ 7)

6) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแบบแผนการทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test Design มีดังนี้

- 1) ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง จำนวนเชิงซ้อน
- 2) ก่อนทำการทดลองชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบที่เอไอแล้วทดลองกับนักเรียนกลุ่มละ 4 คน จำนวน 9 กลุ่ม และนักเรียนกลุ่มละ 3 คน จำนวน 1 กลุ่ม
- 3) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม สมาชิกภายในกลุ่มใช้เครื่องคอมพิวเตอร์คู่ละ 1 เครื่องสำหรับกลุ่มที่มี 3 คน ให้ทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่มโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องการพิจารณาความเข้าใจและการตรวจแบบฝึกทักษะทำโดยแลกเปลี่ยนตรวจระหว่างคู่ภายในกลุ่มย่อย กรณีกลุ่มที่มี 3 คนให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนตรวจภายในกลุ่มสำหรับการเรียนแต่ละหน่วยจะมีแบบฝึกทักษะจำนวน 3 ชุดให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะแต่ละชุดตามลำดับโดยมีเงื่อนไขต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ให้แก้ไขจนกว่าจะผ่านเกณฑ์ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 16 ชั่วโมง
- 4) ระหว่างการทำกิจกรรมครูจะให้คำแนะนำเพิ่มเติม และแนะแนวทางในการแก้ปัญหา
- 5) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงประเด็นสำคัญเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงภาพรวมของกิจกรรมการเรียนรู้

6) ทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนจบในแต่ละหน่วยให้นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบย่อยซึ่งผลการทดสอบย่อยเป็นตัวกำหนดคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มแล้วจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง จำนวนเชิงซ้อน โดยเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติโดยสูตรทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้มาจากหนังสือประมวลสาระชุดวิชา การวิจัยหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2545) ดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคำนวณโดยใช้สูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

โดยที่ $\sum_{i=1}^n x_i$ แทน ผลรวมคะแนนของนักเรียนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคำนวณโดยใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

โดยที่ x_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนคนที่ i
 $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคะแนนของนักเรียนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3) ความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตร

$$p = \frac{R}{N}$$

โดยที่ R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อนั้นได้ถูกต้อง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ

4) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตร

$$r = \frac{R_n - R_l}{N}$$

โดยที่ R_n แทน จำนวนผู้ที่เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ

5) ความเที่ยงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ พิจารณาจากดัชนีความสอดคล้องของความเที่ยงตรงระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์คำนวณโดยใช้สูตร

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

โดยที่ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของความเที่ยงตรงระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum_{i=1}^n R_i$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

6) ประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ E_1 / E_2 คำนวณโดยใช้สูตร

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \right)}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ระหว่างกระบวนการเรียนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อยได้ถูกต้อง

E_2 แทน ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้หลังการเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ถูกต้อง

$\sum_{i=1}^n X_i$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบย่อยคนที่ i โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$\sum_{i=1}^n Y_i$ แทน คะแนนรวมของการทดสอบหลังการเรียนครบทุกหน่วยคนที่ i โดยที่
 $i = 1, 2, 3, \dots, n$

n แทน จำนวนนักเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อย

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังการเรียนครบทุกหน่วย

7) สถิติที่ใช้สำหรับการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์คำนวณโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n p_i q_i}{s_i^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของคะแนน

p_i แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อที่ i โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

q_i แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อที่ i โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

ค่าความเชื่อมั่นที่ดีควรมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป

8) การตรวจสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยโดยใช้สูตร t-test Dependent

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

โดยที่ D แทน ผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
 $\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
 $\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง