

## บทความวิจัย

# กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิต แบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วรวรรณ กฤตยากรนุพงศ์\*, ธนุชัย ภู่อุดม และ ชุติวรรณ เพ็ญเพียร

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ (1) สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนวัดดอนมะเกลือ ตำบลดอนมะเกลือ อำเภออุทุมพร จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 31 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการสอนทั้งหมด 12 คาบ สำหรับ 10 คาบแรก สอนในห้องคอมพิวเตอร์ ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตในการสอน และ 2 คาบท้าย สอนในห้องเรียนปกติ เมื่อสิ้นสุดการสอนให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต และตอบแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอยู่ในระดับมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

**คำสำคัญ:** กิจกรรมการเรียนการสอน ความเท่ากันทุกประการ การแปลงทางเรขาคณิต ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

# Instructional Activities on Congruence by Using Geometric Transformation and Dynamic Geometry Software for Mathayomsuksa II Students

Worawan Kittayakornnupong\*, Thanuchai Pooudom and Chutiwon Penpean

---

## ABSTRACT

The purposes of this study were (1) to design instructional activities on congruence by using geometric transformation and dynamic geometry software, (2) to determine the effectiveness of such activities in terms of students' performance, and (3) to evaluate students' attitude toward geometry based on this innovative approach.

The study took place at Watdonmaklua School in Supanburi during the second semester of the 2007 academic year with 31 Mathayomsuksa II students participated as subjects. This experimental group was selected by the use of the cluster sampling approach. The researcher taught them a total of 12 periods; first 10 periods in a computer laboratory and last 2 periods in a lecture room. Each topic in a computer laboratory was given the opportunity to use interactive geometric software. At the end of the instruction, an achievement test was given to measure their performance on congruence. To find out their preference toward this kind of instruction a questionnaire involving their attitude was also given to each student in the experimental group.

An analysis of the data at .01 level of significance revealed that more than 60% of the subjects performed better than 60% of the total score. This clearly indicates that Mathayomsuksa II students profit from the learning activities as designed by the researcher while using geometric transformation and dynamic geometry software. The score on questionnaire shows an average satisfaction of the experimental group toward this instructional approach.

**Keywords:** Instructional Activities, Congruence, Geometric Transformation, Dynamic Geometry Software

## บทนำ

ประเทศไทยเริ่มใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับพุทธศักราช 2544 ในโรงเรียนทั่วประเทศตั้งแต่ปีการศึกษา 2546 โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 6 สาระ ดังนี้ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ [1] จากสาระข้างต้นพบว่า เรขาคณิตเป็นหนึ่งในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการศึกษาเนื้อหาวิชาเรขาคณิตเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป เนื่องจากความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิชาเรขาคณิตจะเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่นำไปช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สาขาอื่นๆ อีกทั้งช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนมีเหตุผลทำงานเป็นขั้นตอนอย่างมีระบบ และช่วยพัฒนาความสามารถในการค้นพบ นอกจากนี้โจทย์ปัญหาทางเรขาคณิตบางรูปแบบยังท้าทายให้อายากคิด เป็นการฝึกฝนให้ใช้สติปัญญาในการคิดแก้ปัญหาต่างๆ [2] ซึ่งสอดคล้องกับ พิชากร แปลงประสพโชค [3] ที่กล่าวว่า “เรขาคณิตนอกจากเป็นวิชาที่ฝึกทักษะในด้านมิติสัมพันธ์ (spatial ability) แล้ว ยังฝึกในการให้เหตุผลแบบต่างๆ ตลอดจนเป็นพื้นฐานที่จะเข้าใจคณิตศาสตร์อื่นๆ”

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) สาระที่ 3 เรขาคณิต ในมาตรฐาน ค 3.2 ต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายกันของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) สามารถบอกภาพที่เกิดนั้นมาจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน หรือการหมุนรูปต้นแบบและสามารถอธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏ เมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้นให้ [1] จากการศึกษางานวิจัยของสถาบันส่งเสริมการเสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ทำการสำรวจเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศ ในปีการศึกษา 2523 พบว่า เนื้อหาที่เป็นปัญหาสำหรับครูมากเป็นอันดับ 2 คือ การพิสูจน์ในเรขาคณิต [4] ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ จูไร ทวีรัตน์ [5] ได้ทำการสำรวจเนื้อหาคณิตศาสตร์ ค 203 ที่เป็นปัญหาสำหรับครูคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เขตการศึกษา 12 พบว่า การให้เหตุผลต่างๆ ในการพิสูจน์เรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมมีแนวโน้มเป็นปัญหามากขึ้น และผลการวิจัยของ อภิญา คุณเลิศดี [6] พบว่าเนื้อหาที่เป็นปัญหาสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตการศึกษา 9 เป็นอันดับ 1 คือ การพิสูจน์เรขาคณิต และในปี ค.ศ. 1908 นักคณิตศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ คลายน์ (Klein) ได้ค้นพบจุดอ่อนและข้อบกพร่องในเรขาคณิตตามแบบของยุคลิดหลายประการ [7] หนึ่งในนั้น คือ การพิสูจน์เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการด้วยวิธีการยกรูปซ้อนกัน (principle of superposition) นักคณิตศาสตร์รุ่นหลังเห็นว่าวิธีการเช่นนั้นไม่รัดกุมพอ เพราะสามารถหาเหตุผลมาแย้งได้ เช่น วูล์ฟ (Wolfe) ให้เหตุผลไว้ว่าถ้าถือว่าจุดเป็นตำแหน่งก็จะเคลื่อนที่ไม่ได้ แต่ถ้าถือว่าจุดเป็นสิ่งที่เคลื่อนที่ได้ แล้วมิติ (dimension) ของสิ่งที่เคลื่อนที่ได้ก็จะต้องเปลี่ยนแปลงไปตามหลักของวิชาฟิสิกส์แผนใหม่ และมีลลิงตัน (Millington) กล่าวว่า เรขาคณิตแบบยุคลิดให้อิสระในเรื่องการเปลี่ยนรูปมาก แต่ขณะเดียวกันก็ขาดคุณสมบัติคงค่า (invariant property) ที่จะเน้นให้ทราบว่ารูปร่างที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นยังมีขนาดและรูปร่างคงเดิม [7] ซึ่ง

สอดคล้องกับที่ สมัย เหล่าวานิชย์ [8] กล่าวไว้ว่า การยกอุปช้อนกัน ถือว่าเป็นเรื่องสำคัญในการพิสูจน์ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ แต่ยุคคิดได้ใช้วิธีพิสูจน์โดยยกอุปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งช้อน รูปสามเหลี่ยมอีกรูปหนึ่ง ซึ่งทางด้านฟิลิกส์ถือว่า เมื่อสสารเคลื่อนที่ไป สสารนั้นเปลี่ยนรูปร่าง และจากการ ศึกษางานวิจัยของ ยูซิสคิน [9] ที่ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์และทัศนคติในการเรียนวิชาเรขาคณิตของ ยุคคิดด้วยวิธีการแปลงของนักเรียนเกรด 10 พบว่า ความคิดรวบยอดทางเรขาคณิตของยุคคิดสามารถ พัฒนาโดยใช้วิธีการแปลงได้ โดยเนื้อหาหนึ่งในบทเรียนที่ได้สร้างขึ้นก็คือ การพิสูจน์เรื่องการเท่ากันทุก ประการของรูปสามเหลี่ยมด้วยวิธีการแปลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิลลิฟอร์ด [10] ที่ได้ทดลอง สอนวิชาการแปลงทางเรขาคณิต เรื่องการเคลื่อนที่ของแผนภาพสามมิติและการเท่ากันทุกประการกับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2-3 ผลการทดลองพบว่า นักเรียนสามารถเรียนวิชาการแปลงทางเรขาคณิต ตามเนื้อหาที่นำไปทดลองสอนได้ รวมทั้งผลการวิจัยของฮอลสัน [11] ที่ได้ทดลองสอนวิชาเรขาคณิตเรื่อง แผนภาพในระนาบโดยใช้วิธีการแปลงแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ผลสรุปว่า นักเรียนสามารถ เข้าใจเนื้อหาวิชาเรขาคณิตตามแบบเรียนที่สร้างขึ้น ซึ่งเนื้อหาหนึ่งในแบบเรียน คือ การเท่ากันทุกประการ ของรูปสามเหลี่ยม และจากผลของการวิจัยของ ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ [12] ที่ได้สร้างบทเรียนเรื่องความ เท่ากันทุกประการโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลของการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิต มีความสามารถในการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิต และโซลฮายม์ [13] ได้เปรียบเทียบการสอนวิชาเรขาคณิตระหว่างการใช้วิธีสอนแบบเดิมกับการใช้วิธีการแปลง ปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการแปลงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ ได้รับความรู้ด้วยวิธีแบบเดิม แต่ทัศนคติของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการแปลงเปลี่ยนไปจากเดิม กล่าวคือ ทัศนคติของนักเรียนกลุ่มนี้ต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั่วไปเปลี่ยนไปในทางบวก

จากการที่สมาคมคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา [14] ได้วางมาตรฐานการเรียนการสอน เรขาคณิตในระดับโรงเรียน โดยผู้เรียนควรเรียนด้วยการใช้แบบจำลองที่เป็นรูปธรรม ภาพวาด และ ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตซึ่งจะทำให้ นักเรียนสามารถเอาความคิดทางเรขาคณิตมาใช้งานได้จริง โดยการเรียนการสอนเรขาคณิตนี้ควรเน้นกิจกรรมในลักษณะตั้งและสำรวจข้อความคาดการณ์ทางเรขาคณิต และเรียนการให้เหตุผลด้วย ควรเป็นกิจกรรมที่ออกแบบอย่างดีด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม และอาศัยความ ช่วยเหลือของครูผู้สอน ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียน คณิตศาสตร์มากขึ้น ได้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์ต่างๆ เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วย เช่นกัน โดยเฉพาะในส่วนของเรขาคณิต ซึ่งซอฟต์แวร์ที่ดีจะช่วยทำให้นักเรียนสามารถสร้างรูปเรขาคณิต วัดความยาวส่วนของเส้นตรง ส่วนโค้ง และขนาดของมุมได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว กิจกรรมการสำรวจด้วยการ สะท้อน เลื่อนขนาน หมุน เพื่อเรียนรู้โมทีฟต่างๆ ทางเรขาคณิตทำได้รวดเร็ว การสร้างรูปเรขาคณิต ทำได้อย่างรวดเร็วในลักษณะต่างๆ สร้างได้หลายลักษณะ ซึ่งนำไปสู่การค้นพบสมบัติต่างๆ ทางเรขาคณิต สามารถสำรวจข้อความคาดการณ์ และสืบค้นรูปต่างๆ ในหลายลักษณะเพื่อยืนยันเหตุผลของตนเอง ส่งเสริมให้ นักเรียนเกิดจินตนาการในการค้นคว้าหาเหตุผลและเพิ่มพูนความรู้ จะทำให้นักเรียนมองสิ่งต่างๆ รอบตัวได้ อย่างมีความหมายมากขึ้น [15] ดังนั้นในการจัดกิจกรรมต่างๆ จึงต้องเอื้อต่อการค้นพบ เพื่อเสริมสร้าง ความรู้และเพื่อให้เกิดมโนคติต่างๆ ทางเรขาคณิต กิจกรรมต่างๆ ควรทำท่าย น่าสนใจ เปิดโอกาสให้

นักเรียนทดลองปฏิบัติ สังเกต สัมผัส สำรวจ วิพากษ์วิจารณ์ พุด คืด แก้ปัญหา และแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ [16] และจากงานวิจัยของ วีระศักดิ์ ฉลาดการณ์ [12] ที่ได้สร้างบทเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรนำเทคโนโลยีมาช่วยในการเรียนการสอนโดยเฉพาะในส่วนของ การแปลงทางเรขาคณิต หากสามารถทำให้นักเรียนเห็นภาพขณะรูปเกิดการเลื่อนขนาน สะท้อนหรือหมุนได้ จะทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพเป็นรูปธรรมมากขึ้น และยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุจินันท์ บุญพัฒนาภรณ์ [17] ที่ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอยู่ในระดับปานกลาง และจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตชื่อ C.a.R. (Compass and Ruler) พบว่า ซอฟต์แวร์ C.a.R. เป็นโปรแกรม General Public License (GPL) คือ เป็นโปรแกรมซึ่งอนุญาตให้ใช้และเผยแพร่ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และมีสมบัติเบื้องต้นของซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตพอเพียงสามารถรวมขั้นตอนการสร้างโดยการสร้างมาโคร (Macro) สามารถสร้างรูปเรขาคณิตและคำนวณค่าต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วเป็นที่น่าสนใจ การเปลี่ยนแปลงรูปทำได้ง่าย รวมถึงสามารถวัดขนาดของมุมและความยาวได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ทดสอบข้อคาดการณ์หรือตั้งข้อคาดการณ์ได้จากการทดลองสร้างซ้ำๆ หรือหลากหลายวิธี และผู้สอนยังสามารถเตรียมแบบฝึกหัดให้นักเรียนสร้างโดยโปรแกรมจะแจ้งให้ทราบเมื่อสร้างได้ถูกต้อง จุดเด่นอีกประการหนึ่ง คือ สามารถนำเสนอเป็นลักษณะแฟ้ม HTML ได้สะดวก และเป็นโปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษา JAVA อีกทั้งการใช้โปรแกรมก็ใช้งานได้ง่ายด้วยการคลิกเมาส์และลากเมาส์ หรือใช้คำสั่งโดยตรงก็ได้ จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเข้ามามีใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความเท่ากันทุกประการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

### สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

### วิธีดำเนินการและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาสอนตามตารางสอนปกติ จำนวน 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมเป็น 12 คาบ สำหรับการเรียนการสอนแต่ละกิจกรรมจะมีการเก็บคะแนนเพื่อประเมินผลระหว่างเรียน กิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย

1.1 กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิต และซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย

- เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอน แบ่งออกเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ทบทวนการแปลงทางเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม และการนำเรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมไปใช้ในการพิสูจน์และการแก้ปัญหา

- แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน รวมทั้งหมด 12 คาบ มีลักษณะกิจกรรมโดยทั่วไปในแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเป็นกิจกรรมที่ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตในการเรียนรู้

## 1.2 คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนการสอน

2. เมื่อสิ้นสุดการสอน ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ซึ่งเป็นแบบปรนัยจำนวน 20 ข้อ และแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 2 คาบ

3. เมื่อสิ้นสุดการสอน ให้นักเรียนที่เรียนด้วยซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตตอบแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้เวลา 20 นาที

4. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้ต่อไปนี้มีวิเคราะห์หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.1 คะแนนจากการทำใบกิจกรรม

4.2 คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

4.3 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

4.4 คะแนนจากการทำแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

5. ทดสอบสมมติฐานของการวิจัยด้วยการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัดส่วนของประชากรโดยใช้สถิติทดสอบ Z

## ผลการวิจัย

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย คะแนนที่ได้ระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมมีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 20 ของคะแนนทั้งหมด และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต เป็นแบบปรนัย 20 ข้อ และแบบอัตนัย 3 ข้อ มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้ระหว่างเรียน การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 31 คน

ผลการวิเคราะห์	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ( $\bar{X}$ )	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
ไปกิจกรรม	20	15.58	77.90	1.57
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	80	52.02	65.02	12.13
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	100	67.60	67.60	13.34

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต จำนวน 31 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 67.60 คิดเป็นร้อยละ 67.60 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 13.34 ซึ่งคิดคะแนนจากไปกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 15.58 คิดเป็นร้อยละ 77.90 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 1.57 และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 52.02 คิดเป็นร้อยละ 65.02 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 12.13

2. การทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สามารถสอบผ่านเกณฑ์คือได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ด้วยการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัดส่วนของประชากร โดยใช้การทดสอบ Z ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียน เรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต คือ ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียน ที่ได้คะแนนตั้งแต่ ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม(คน)	ค่าร้อยละของจำนวน นักเรียนที่ได้คะแนน ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม	ค่าสถิติ ทดสอบ Z	ค่าวิกฤต
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	31	25	80.65	2.346*	2.326

หมายเหตุ: \* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01



จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตคือได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01

3. การประเมินความพึงพอใจหลังจากเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 31 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏในตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 31 คน หลังจากเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ข้อความ	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับ ความ พึงพอใจ
<b>ตอนที่ 1</b> เป็นแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอน			
1. ทำให้ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นและสนุกกับการเรียนมากขึ้น	3.87	0.76	มาก
2. ทำให้ข้าพเจ้าสามารถตั้งข้อความคาดการณ์ได้	3.71	0.82	มาก
3. ทำให้ข้าพเจ้ามองเห็นมโนภาพการเท่ากันได้ดีขึ้น	3.74	0.82	มาก
4. การมีปฏิสัมพันธ์กับซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหามากขึ้น	3.87	0.88	มาก
5. การจัดลำดับเนื้อหาในใบกิจกรรม มีความต่อเนื่องและชัดเจน ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจได้ง่าย	4.19	0.70	มาก
6. เนื้อหาจากใบกิจกรรม มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับความเข้าใจของข้าพเจ้า	3.84	0.82	มาก
7. เนื้อหาจากใบกิจกรรม เหมาะสมกับระยะเวลาเรียนทำให้ข้าพเจ้าศึกษาด้วยความสบายใจ	3.68	0.75	มาก
8. ข้าพเจ้าเข้าใจคำถามในใบกิจกรรมอย่างชัดเจน	3.84	0.86	มาก
9. เครื่องมือในการสร้างและสำรวจกิจกรรม ใช้ได้สะดวกตามความต้องการของข้าพเจ้า	4.16	0.86	มาก
10. การออกแบบจอภาพ และการใช้ภาพเคลื่อนไหวทำให้กิจกรรมน่าสนใจและมีความสวยงาม	4.19	0.79	มาก

**ตารางที่ 3 (ต่อ)** ค่าเฉลี่ยเลขคณิตส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 31 คน หลังจากเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต

ข้อความ	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับ ความ พึงพอใจ
<b>ตอนที่ 2</b> เป็นแบบวัดความพึงพอใจต่อการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน			
11. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกกับการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน	4.00	0.93	มาก
12. ทำให้ข้าพเจ้ามีอิสระในการคิดมากขึ้น	3.87	0.81	มาก
13. ทำให้ข้าพเจ้ามีโอกาสดูแลเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน มากขึ้น	3.87	0.81	มาก
14. กระตุ้นให้ข้าพเจ้าเกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	3.97	0.80	มาก
15. ช่วยพัฒนาความคิดของข้าพเจ้า	4.06	0.77	มาก
16. ทำให้ข้าพเจ้าเกิดการค้นพบด้วยตนเอง	3.97	0.71	มาก
17. ทำให้ข้าพเจ้าสามารถจำได้นาน	3.94	0.93	มาก
18. ทำให้ข้าพเจ้ามีความมั่นใจในตัวเองมากขึ้น	3.84	0.73	มาก
19. ทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจ และตั้งใจเรียนมากขึ้น	3.81	0.79	มาก
20. ทำให้ข้าพเจ้ามีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์	3.81	0.98	มาก
<b>รวมทั้งฉบับ</b>	<b>3.91</b>	<b>0.55</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าคะแนนระดับความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อข้อคำถามทั้งหมด นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังจากเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทั้งฉบับ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.91 แสดงว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจหลังจากเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอยู่ในระดับมาก

### สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต และความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังจากเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. คะแนนที่ได้ระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 31 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 15.58 คิดเป็นร้อยละ 77.90 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 1.57

2. คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต จำนวน 31 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 52.02 คิดเป็นร้อยละ 65.02 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 12.13

3. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต จำนวน 31 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 67.60 คิดเป็นร้อยละ 67.60 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 13.34

4. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 80.65 ของจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. ความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังจากเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตทั้งฉบับซึ่งประเมินจากคะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับของแบบวัดความพึงพอใจ พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจหลังจากเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอยู่ในระดับมาก

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลปรากฏว่า นักเรียนสามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสาเหตุดังต่อไปนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น ใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตประกอบการเรียนการสอน โดยในส่วนของซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตนี้ทำให้สามารถหาภาพที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิตของรูปต้นแบบ เช่น การเลื่อนขนาน การสะท้อน หรือการหมุนได้อย่างรวดเร็ว สามารถมองเห็นภาพเป็นรูปธรรมมากขึ้นในการเคลื่อนที่ของรูปเรขาคณิต จึงทำให้การแปลงทางเรขาคณิตเป็นเรื่องที่เข้าใจได้โดยง่าย ประกอบกับที่ผู้วิจัยได้นำเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตมาช่วยในการอธิบายความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ทำให้นักเรียนเห็นภาพความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมได้ชัดเจนและมีความเข้าใจเรื่องความเท่ากันทุกประการมากขึ้น

2. ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเป็นซอฟต์แวร์ที่ง่ายต่อการใช้งานสามารถสร้างรูปได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งยังสามารถวัดขนาดของมุมและความยาวได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว และเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น เกิดความสนใจอยากเรียนรู้ และเร้าความสนใจของนักเรียนส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจและตั้งข้อคาดการณ์ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ [18] ได้กล่าวว่า การใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตในการเรียนเรขาคณิตทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความหมาย สามารถสร้างรูปเรขาคณิตและคำนวณค่าต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วเป็นที่น่าสนใจ การเปลี่ยนแปลงรูปทำได้ง่าย อีกทั้งยัง

ส่งเสริมให้นักเรียนตั้งข้อคาดการณ์ ตรวจสอบข้อคาดการณ์ และสรุปผลได้ จึงทำให้นักเรียนมีความคิดที่หลากหลาย และทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ซึ่งสอดคล้องกับศรีศักดิ์ จามรมาน [19] ที่กล่าวว่า การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการเรียนการสอนนั้นทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนมากขึ้น ทำให้นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นมากขึ้น นักเรียนเกิดความเข้าใจและลดการท่องจำ รวมทั้งนักเรียนสามารถสรุปหลักการเพื่อหาสาระของบทเรียนแต่ละบทเรียนได้สะดวกขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ออกแบบกิจกรรมแต่ละกิจกรรมในรูปแบบการบ้านให้นักเรียนสร้างโดยโปรแกรมจะแจ้งให้รู้เมื่อทำได้ถูกต้อง จึงทำให้นักเรียนทราบผลได้ทันที และยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์กันในระหว่างเรียน ทำให้นักเรียนบรรยากาศการเรียนเป็นไปอย่างมีความสุข สนุกสนาน และไม่เครียด

3. กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ โดยเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก และมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนได้ทราบทุกใบกิจกรรม ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามเนื้อหาและทราบแนวทางการวัดผลในแต่ละใบกิจกรรม เมื่อนักเรียนเรียนจบแต่ละใบกิจกรรม ผู้วิจัยจะเป็นผู้ตรวจคำตอบแล้วส่งคืนกลับให้นักเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนทราบคำตอบและวิธีการทำที่ถูกต้อง

4. การทำกิจกรรมการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 นั้น ผู้วิจัยให้นักเรียนเรียนในห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนโดยจัดให้เรียน 1 คนต่อ 1 เครื่อง และเดินดูนักเรียนในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม เพื่อจะได้ให้คำแนะนำนักเรียนได้อย่างทั่วถึงและรวดเร็วหากเกิดข้อสงสัยหรือเกิดปัญหา ทำให้นักเรียนให้ความสนใจ ตั้งใจเรียน และมีความเข้าใจในตัวกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้ระหว่างเรียนค่อนข้างสูง เมื่อเข้าสู่การเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 มีเนื้อหาเกี่ยวกับการพิสูจน์และการแก้ปัญหา ซึ่งการเรียนการสอนต้องค่อยเป็นค่อยไป ประกอบกับได้จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติ ทำให้นักเรียนให้ความสนใจและความตั้งใจลดลง ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตไม่สูงมากนัก เนื่องจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งแบบปรนัยและอัตนัยมีข้อสอบเกี่ยวกับการพิสูจน์และการแก้ปัญหายุ่ง

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับของแบบวัดความพึงพอใจพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจหลังจากเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยปฏิบัติตามกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และโปรแกรมจะแจ้งให้ทราบเมื่อสร้างได้ถูกต้อง ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนาน มีอิสระ ไม่เครียด และไม่หนักใจในการเรียนรู้

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เมตต์ แยมวงษ์ อาจารย์ธัญชัย ภูอุดม และ อาจารย์ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำปริญญาโทสำหรับนิสิตในระดับบัณฑิตศึกษา จากงบประมาณเงินรายได้ของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปี พ.ศ. 2551

## เอกสารอ้างอิง

1. กระทรวงศึกษาธิการ. 2545. เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ. องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. หน้า 6.
2. โกมล ไพศาล. 2540. การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลด้านเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. ปริญญาโท กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร. หน้า 2.
3. พิชากร แปลงประสพโชค. 2540. การพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. ปริญญาโท กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร. หน้า 38.
4. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2527. รายงานการสำรวจเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม. 3) ทั่วประเทศ ปีการศึกษา 2523. กรุงเทพฯ. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หน้า 10.
5. จุไร ทวีรัตน์. 2528. เนื้อหาคณิตศาสตร์ ค 203 ที่เป็นปัญหาสำหรับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตการศึกษา 12. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร. หน้า 71.
6. อภิญา คุณเลิศดี. 2534. ปัญหาการสอนของครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตการศึกษา 9. ปริญญาโท กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร. หน้า 85.
7. วิทยา รุ่งอดุลพิศาล. 2517. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเรขาคณิตการแปลงสภาพ (Transformation Geometry) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. ปริญญาโท กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยวิชาการศึกษา. ถ่ายเอกสาร. หน้า 2-3.
8. สมัย เหล่าวานิชย์. 2519. เรขาคณิตแนวใหม่. กรุงเทพฯ. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. หน้า 23.
9. Usiskin, Z. P. 1970. The Effects of Teaching Euclidean Geometry Via Transformations on Student Achievement and Attitudes in Tenth-Grade Geometry. *Dissertation Abstracts International* 31(2): 688-A.

10. Williford, H. J. 1971. A Study of Transformational Geometry Instruction in the Primary Grades. *Dissertation Abstracts International* 31(12): 6462-A.
11. Olson, A. T. 1971. High School Plane Geometry Through Transformation: An Exploratory Study. *Dissertation Abstracts International* 31(11): 5944-A.
12. ชีร์ศักดิ์ ฉลาดการณ์. 2548. การศึกษาเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้เรขาคณิตการแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร. หน้า 47-48.
13. Solheim, J. H. 1971. The Effect of the Study of Transformations of the Plane on the Attitudes of Secondary School Geometry Students. *Dissertation Abstracts International* 32(6): 3165-A.
14. NCTM. 2000. Principles and Standards for School Mathematics. 2<sup>nd</sup> Edition. Renton, Virginia. National Council of Teachers of Mathematics. p. 41.
15. วรณวิภา สุทธิเกียรติ. 2542. การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร. หน้า 3-4.
16. ปานทอง กุลนาลศิริ. 2541. การสอนเรขาคณิตในระดับประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21. *วารสารคณิตศาสตร์* 41(474-475): 65-66.
17. สุจินันท์ บุญพัฒนาภรณ์. 2548. กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
18. Stone, M. E. 1994. Teaching Relationships between Area and Perimeter with the Geometer's Sketchpad. *The Mathematics Teacher* 87(8): 591.
19. ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2535. การพัฒนาและการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. *วารสารรามคำแหง* 15(3): 10.

ได้รับบทความวันที่ 21 มีนาคม 2551

ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 28 เมษายน 2551