

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ The Constructivist Learning Model (CLM) จากงานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศ แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ขึ้นมาเพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการพิสูจน์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบ The Constructivist Learning Model (CLM) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการพิสูจน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการพิสูจน์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบ The Constructivist Learning Model (CLM)

3. สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบ The Constructivist Learning Model (CLM) มีความสามารถในการพิสูจน์ เรื่อง เส้นขนาน ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 60 ขึ้นไป

4. กรอบแนวคิดของการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนปกติ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ ฯ แขวงถนนพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร จำนวน 8 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 332 คน

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง 7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ ฯ จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 40 คน ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบ The Constructivist Learning Model (CLM)

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการพิสูจน์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เรื่อง เส้นขนาน รายวิชา คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

5.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

5.4.1 ความสามารถในการพิสูจน์ เรื่อง เส้นขนาน หมายถึง ความสามารถในการนำทฤษฎีบท ทฤษฎีบททางเรขาคณิต หรือข้อมูลที่กำหนดให้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง เส้นขนาน มาใช้ในการให้เหตุผลอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้บรรลุหรือแก้โจทย์ที่กำหนดให้ได้ โดยแบ่งพิจารณาเป็นความสามารถใน 4 ด้าน คือ 1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด 2) ระบุสิ่งที่ต้องการพิสูจน์ 3) เขียนแสดงการพิสูจน์ และ 4) เขียนสรุปการพิสูจน์ โดยสามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการพิสูจน์ เรื่อง เส้นขนาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 52 เรื่องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 แบบวัดความสามารถในการพิสูจน เรื่อง เส้นขนาน หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการพิสูจน เรื่อง เส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบ The Constructivist Learning Model (CLM) โดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ เต็มคำตอบ จำนวน 2 ข้อ รวม 12 คะแนน และเขียนแสดงการพิสูจนโดยละเอียด จำนวน 2 ข้อ รวม 30 คะแนน โดยพัฒนาได้กรอบแนวคิดของ Kelley

5.4.3 การจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบ The Constructivist Learning Model (CLM) หมายถึง การจัดการเรียนรู้อยู่ที่นักเรียนมีบทบาทในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีหน้าที่จัดบริบทให้เหมาะสมในการสร้างความรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมา และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยแบ่งการจัดการเรียนรู้อยู่เป็น 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Yager [8] ได้แก่ 1) ขั้นชักชวน 2) ขั้นค้นพบ 3) ขั้นนำเสนอผลการค้นพบ และลงข้อสรุป และ 4) ขั้นประยุกต์ใช้

5.4.4 เกณฑ์ หมายถึง คะแนนจุดตัดที่กำหนดการผ่านระดับที่ยอมรับได้ โดยการวิจัยในครั้งนี้ใช้เกณฑ์ร้อยละ 60 นั่นคือ นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนรวมขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

6. วิธีดำเนินการวิจัย

6.1 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ เรื่อง เส้นขนาน จำนวน 10 แผน และแบบวัดความสามารถในการพิสูจน เรื่อง เส้นขนาน โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

6.1.1 ศึกษาทำความเข้าใจหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนที่เลือกทำการวิจัย

6.1.2 ศึกษาขอบเขตของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชาจากหนังสือเรียน และคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

6.1.3 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ เรื่อง เส้นขนาน และแบบวัดความสามารถในการพิสูจน เรื่อง เส้นขนาน

6.1.4 นำเสนอเครื่องมือต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข พบว่าทั้ง 2 เครื่องมือ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67-1

6.1.5 นำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องที่ศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒาราม ที่มีความสามารถใกล้เคียงกับตัวอย่าง และวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการพิสูจน เรื่อง เส้นขนาน โดยผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบ 4 ข้อ ที่มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.35-0.69 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.21-0.69 และคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการพิสูจน เรื่อง เส้นขนาน ด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ได้เท่ากับ 0.85

6.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้อยู่และแบบวัดความสามารถในการพิสูจน เรื่อง เส้นขนานไปทดลองใช้กับตัวอย่าง

6.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One – Group Posttest only design โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวม ดังนี้

6.2.1 ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นตัวอย่างทราบถึงการเรียนรู้อยู่โดยใช้การจัดการเรียนรู้อยู่ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบ The Constructivist Learning Model (CLM) เพื่อที่นักเรียนจะได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

6.2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนในคาบปกติ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้อยู่ตามทีออกแบบไว้ โดยในแต่ละคาบผู้วิจัยมีการมอบหมายแบบฝึกหัดเป็นการบ้านเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยใช้ระยะเวลาในการดำเนินการสอนทั้งหมด 10 คาบ คาบละ 50 นาที หลังจากนักเรียนเรียนเสร็จในแต่ละคาบ ผู้วิจัยจะทำการเลือกนักเรียนจำนวน 3 คน เพื่อทำการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการสร้างความรู้ หรือข้อค้นพบที่นักเรียนได้จากการเรียนในคาบนั้น ๆ เพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

6.2.3 ผู้วิจัยทำการทดสอบนักเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการพิสูจน เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้เวลา 1 คาบ คาบละ 50 นาที โดยในแต่ละคาบผู้วิจัยมีการชี้แจงเกี่ยวกับข้อตกลงของการทดสอบเป็นระยะเวลา 10 นาที และให้นักเรียนทำแบบวัดเป็นเวลา 40 นาที

6.2.4 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้อ้างอิงไปใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการพิสูจนกับเกณฑ์

6.3 การวึเครหะรหึข้อมูล

ผู้วึจันนำแบบวัดคัฒสึสมึกรในการพึสุจัน เรือง สัณขนัน มึวึเครหะรหึคัศึถึพึนฐึน และทศบสัสมึฐึนโดยนำผลคะนัฒนของข้อบอแต่ละฉบัปไปเทยบกับเกณทที่กัหมัดวึโดยใช้การทศบ Z (Z-test for Population Proportion)

7. ผลการวึจัน

การวึจันเรือง การศึกษึคัฒสึสมึกรในการพึสุจัน เรือง สัณขนัน ของนักรเรียนชัันมัธยมศึกษึปีที่ 2 ที่พึนการจันทรการเรืองรึตามเนวคัฒคองสตรัคตึวึสตัแบบ The Constructivist Learning Model (CLM) ผู้วึจันได้นำเสนอผลการวึเครหะรหึข้อมูลจันนี้

7.1 ข้อมูลพึนฐึนของคะนัฒคัฒสึสมึกรในการพึสุจัน เรือง สัณขนัน

จากการศึกษึคัฒสึสมึกรในการพึสุจัน เรือง สัณขนัน ของนักรเรียนชัันมัธยมศึกษึปีที่ 2 ที่พึนการจันทรการเรืองรึตามเนวคัฒคองสตรัคตึวึสตัแบบ The Constructivist Learning Model (CLM) สึมึกรแสดงคัฒลึยเลขคณัฒและสัณเบยงเบนมึตรฐึนของคะนัฒคัฒสึสมึกรในการพึสุจัน เรือง สัณขนัน ได้ตั้งตึรจันที่ 1

ตึรจันที่ 1 คัฒลึยเลขคณัฒและสัณเบยงเบนมึตรฐึนของคะนัฒคัฒสึสมึกรในการพึสุจัน เรือง สัณขนัน

หลังที่มึขึของคะนัฒ	คะนัฒเตมึ	คัฒลึยเลขคณัฒ (\bar{X})	สัณเบยงเบนมึตรฐึน (S.D)
แบบวัดคัฒสึสมึกรในการพึสุจัน เรือง สัณขนัน	42	30.05	5.542

จันตึรจันที่ 1 พบวาคัฒลึยเลขคณัฒของคะนัฒคัฒสึสมึกรในการพึสุจัน เรือง สัณขนัน ของนักรเรียนชัันมัธยมศึกษึปีที่ 2 ที่พึนการจันทรการเรืองรึตามเนวคัฒคองสตรัคตึวึสตัแบบ The Constructivist Learning Model (CLM) เทกับ 30.05 และสัณเบยงเบนมึตรฐึน เทกับ 5.542

7.2 ผลการวึเครหะรหึข้อมูลเพือทศบสัสมึฐึน

ในการทศบสัสมึฐึนที่วึ นักรเรียนที่ถูกรจันทรการเรืองรึโดยใช้เนวคัฒคองสตรัคตึวึสตัแบบ The Constructivist Learning Model (CLM) มึคัฒสึสมึกรในการพึสุจัน เรือง สัณขนัน พึนเกณทที่ตั้งตึรจันลึะ 60 ชัันไปของนักรเรียนท้งมึคัฒหลังจันทศบสัสมึฐึนของกรวึจัน โดยใช้การทศบ Z (Z-test for Population Proportion) ที่ระดับนัยสัคัฒ .05 ผลการทศบสัสมึฐึนของกรวึจันแสดงจันตึรจันที่ 2

ตึรจันที่ 2 การวึเครหะรหึคัฒสึสมึกรในการพึสุจัน เรือง สัณขนัน กับเกณท โดยใช้การทศบ Z

หลังที่มึขึของคะนัฒ	จันวณนักรเรียนที่ทึแบบทศบ (คณ)	จันวณนักรเรียนที่พึนเกณท (คณ)	สัถึทศบ Z	คัฒ P-value
แบบวัดคัฒสึสมึกรในการพึสุจัน เรือง สัณขนัน	40	32	2.58*	.005

*ที่ระดับนัยสัคัฒ .05

จันตึรจันที่ 2 พบวานักรเรียนท้งมึคัฒ 40 คณ มึนักรเรียนที่พึนเกณทที่ตั้งตึรจันลึะ 60 จันวณ 32 คณ และมึคัฒ P-value เทกับ .005 ซึงมึคัฒนัยกวึระดับนัยสัคัฒ .05 แสดงวึ นักรเรียนที่ถูกรจันทรการเรืองรึโดยใช้เนวคัฒคองสตรัคตึวึสตัแบบ The Constructivist Learning Model (CLM) มึคัฒสึสมึกรในการพึสุจัน เรือง สัณขนัน พึนเกณทที่ตั้งตึรจันลึะ 60 ชัันไปของนักรเรียนท้งมึคัฒ อยัางมึนัยสัคัฒทางสัถึที่ระดับ .05 ซึงเปันไปตามสัสมึฐึนที่ตั้งวึ

8. สรุปลึและอภึปรึยผลกรวึจัน

จันผลกรวึจันพบวานักรเรียนที่ถูกรจันทรการเรืองรึโดยใช้เนวคัฒคองสตรัคตึวึสตัแบบ The Constructivist Learning Model (CLM) มึคัฒสึสมึกรในการพึสุจัน เรือง สัณขนัน พึนเกณทที่ตั้งตึรจันลึะ 60 ชัันไปของนักรเรียนท้งมึคัฒ อยัางมึนัยสัคัฒทางสัถึที่ระดับ .05 ท้งนี้เนืองมึจันกรปรเดันตึเปันนี้

8.1 การจันทรการเรืองรึโดยใช้เนวคัฒคองสตรัคตึวึสตัแบบ The Constructivist Learning Model (CLM) ที่ผู้วึจันสร้งชัันเปันการจันทรการเรืองรึที่เนันนักรเรียนเปันสัคัฒ โดยกึจกรรรมตึง ๆ ที่จันทรจะทึนักรเรียนชึใจที่มึขึของคัฒรึที่ถูกร ทำใหัการเรืองรึเปันลึงที่มึคัฒสึมึกรกวึการจันทรการเรืองรึแบบปรรย และนักรเรียนสึมึกรนำคัฒรึที่คึนพไปชึวึในการพึสุจันตึง ๆ ได้ ซึงในเตลึละชัันตึนของกรจันทรการเรืองรึชึวึชึสรึมึคัฒสึสมึกรในการพึสุจันตึงตึเปันนี้

เออกรรณเปันเออกรรณทึงวณวึสัทึรบัการชึงจันเพือการศึกษึเทกันณึ มึอนุญัฒตึเทันไปใช้ปรโยชนึดึนการคัฒไม่วึกรณึตึง ๆ ท้งลึน อึกท้งทึมึมึใหัคัฒเปลงเนือหึ และอึองอึองอึงถึงเจึขึของเออกรรณทึกรึทึมึการนำไปใช้

ขั้นที่ 1 ขั้นชักชวน เป็นขั้นที่สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้นักเรียน โดยการใช้กิจกรรม หรือการตั้งปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด สังเกตสิ่งต่าง ๆ เกิดความสงสัย ตั้งคำถาม และพิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ นอกจากนี้อาจเป็นการชี้ให้เห็นถึงความสำคัญ และประโยชน์ของเนื้อหาที่เรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจต้องการที่จะเรียนรู้ หรือต้องการที่จะสร้างข้อความคาดการณ์ทางเรขาคณิต เช่น การนำเข้าสู่บทเรียนโดยการยกปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขโดยใช้ความรู้ก่อนหน้าที่นักเรียนมีได้ อาทิ การนำเข้าสู่เรื่องเส้นขนานและมุมแย้งโดยการยกโจทย์ปัญหาเส้นขนานที่ไม่มีมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด ทำให้นักเรียนซึ่งมีความรู้เพียงทฤษฎีบทของเส้นขนานและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดไม่สามารถแก้ปัญหาในข้อนี้ได้ จึงเป็นเหตุให้นำมาสู่ข้อสงสัยในการสร้างทฤษฎีบทเส้นขนานทฤษฎีใหม่ ด้วยขั้นตอนนี้จะทำให้นักเรียนเข้าใจถึงเหตุผลและความจำเป็นในการสร้างทฤษฎีบทเส้นขนานต่าง ๆ ว่าทำไมจึงมีหลายทฤษฎีบท ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ และเห็นประโยชน์ของการเรียนในเนื้อหาในคาบนั้นมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Gagne [9] ที่อธิบายว่าขั้นชักชวน เป็นขั้นดึงความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน อยากที่จะเรียนรู้ นอกจากนี้ยังเป็นการเตรียมให้นักเรียนเกิดความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นพบ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้สำรวจ ค้นคว้า หาเหตุผล เพื่อสร้างข้อความคาดการณ์ทางเรขาคณิต และพิสูจน์ข้อความคาดการณ์นั้นผ่านการทำกิจกรรมและกระบวนการกลุ่ม ซึ่งนักเรียนจะได้ออกแบบวิธีการค้นหาความรู้ ร่วมกันวางแผน รวบรวมข้อมูล ค้นคว้าข้อมูล ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองในการค้นหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาที่สงสัย และนำข้อค้นพบมาอภิปรายร่วมกันในกลุ่มถึงความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น หลังจากนักเรียนสร้างข้อความคาดการณ์เกี่ยวกับเส้นขนานและมุมแย้งแล้ว นักเรียนลองตรวจสอบข้อความคาดการณ์โดยการยกตัวอย่างกรณีย่อย อาทิ กำหนดเส้นตรงสองเส้นที่มีเส้นตัดทำให้เกิดมุมแย้งมีขนาดเท่ากันเป็น 60 องศา นักเรียนจะต้องตรวจสอบว่าเส้นตรงคู่ขนานกันหรือไม่ โดยใช้ทฤษฎีบทเส้นขนานและมุมภายใน ทำให้นักเรียนต้องมีการหาขนาดมุมเพิ่มโดยใช้ความรู้เรื่องขนาดของมุมตรงเท่ากับ 180 องศา จึงได้ว่ามุมประชิดของ 60 องศา มีขนาดเป็น 120 องศา ซึ่งสามารถสรุปโดยใช้ทฤษฎีบทเส้นขนานและมุมภายในว่าเส้นตรงสองเส้นนั้นขนานกันได้ จากที่นักเรียนได้ลองตรวจสอบในกรณีเฉพาะ นักเรียนจะเห็นแนวทางในการเขียนพิสูจน์ในกรณีทั่วไป (ที่กำหนดเพียงว่ามุมแย้งมีขนาดเท่ากัน ไม่ได้ระบุขนาดของมุม) ว่าแนวทางพิสูจน์ต้องอาศัยความรู้เรื่องขนาดของมุมตรง เพื่อจะนำไปสู่การเชื่อมโยงกับทฤษฎีบทก่อนหน้า นั่นคือทฤษฎีบทเส้นขนานและมุมภายใน โดยแนวคิดนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Craven [10] ซึ่งอธิบายว่าการพิสูจน์ทางเรขาคณิต หากครูให้นักเรียนพิสูจน์ในกรณีทั่วไปทันที นักเรียนอาจจะมองไม่เห็นแนวทางในการพิสูจน์ ครูจึงควรเริ่มจากกรณีเฉพาะก่อน เช่น มีการกำหนดค่าต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางในการพิสูจน์ ด้วยเหตุนี้ในขั้นที่ 2 นักเรียนจะได้ค้นพบวิธีการเขียนพิสูจน์ผ่านการทำกิจกรรม นอกจากนี้ยังเป็นการให้นักเรียนได้คิดเชื่อมโยงทฤษฎีบทเก่าจนนำมาสู่การสร้างทฤษฎีบทใหม่ ทำให้นักเรียนเข้าใจความสำคัญของทฤษฎีบทแต่ละทฤษฎีบทมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้ขั้นตอนนี้จึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่นักเรียนจะช่วยเพิ่มความสามารถในการพิสูจน์ได้ ทั้งการจัดระบบการคิดในการพิสูจน์ การเชื่อมโยงทฤษฎีบทก่อนหน้า และการเชื่อมโยงทฤษฎีบทในเนื้อหาอื่น ๆ ทางเรขาคณิต

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอผลการค้นพบ และลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอความรู้ วิธีการในการได้มาซึ่งความรู้ การสร้างข้อความคาดการณ์ และแนวทางการพิสูจน์ข้อความคาดการณ์ ที่นักเรียนค้นพบจากขั้นที่ 2 และร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนและครูเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง โดยครูชี้ให้เห็นถึงคำตอบที่เหมาะสมและร่วมกันลงข้อสรุปที่ได้จากการค้นพบ จากนั้นครูเชื่อมโยงความรู้ที่ค้นพบกับความรู้เดิมของนักเรียน เช่น จากในขั้นที่ 1 และ 2 นักเรียนอาจมีวิธีการพิสูจน์ที่แตกต่างกัน อาทิในทฤษฎีบทเส้นขนานและมุมภายในนอกกับมุมภายใน นักเรียนบางกลุ่มอาจใช้ทฤษฎีบทเส้นขนานและมุมภายในพิสูจน์ ในขณะที่บางกลุ่มอาจใช้ทฤษฎีบทเส้นขนานและมุมแย้งในการพิสูจน์ ซึ่งในขั้นที่ 3 นี้ นักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันกับกลุ่มอื่น และได้เห็นตัวอย่างที่หลากหลาย นอกจากนี้ในการพิสูจน์นักเรียนบางกลุ่มอาจจะยังใช้ภาษาที่ไม่เป็นทางการ อาทิคำว่า “มุมภายในนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด” บางกลุ่มอาจใช้แค่ “มุมภายในนอกและมุมภายใน” ซึ่งครูและนักเรียนในห้องจะได้ร่วมกันอภิปรายว่าสิ่งที่เหมาะสมควรเป็นอย่างไร และเพราะเหตุใดจึงควรใช้คำแบบนี้ ด้วยกระบวนการในขั้นตอนนี้จะช่วยปรับความเข้าใจในเรื่องการพิสูจน์ของนักเรียนให้ถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น นักเรียนจะได้เห็นทั้งโมทีฟที่ถูกต้อง และโมทีฟที่คลาดเคลื่อน จนสามารถปรับโมทีฟของตนเองให้ถูกต้อง และเข้าใจในโมทีฟนั้นมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Savery & Duffy [11] ที่พบว่า การให้นักเรียนได้นำเสนอสิ่งที่ตนเองค้นพบ ได้แลกเปลี่ยนและสะท้อนความคิดเห็นกับเพื่อน ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้พิจารณากระบวนการคิดของตนเองเปรียบเทียบกับกระบวนการคิดของผู้อื่น ซึ่งจะนำมาสู่ข้อสรุปที่เหมาะสมในการที่นักเรียนจะสร้างความเข้าใจในเนื้อหานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ 55 ส่งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 4 ชั้นประยุทใ้ เป็นชั้นที่ใ้ให้นักเรียนนำความรู้ที่ค้นพบ และความรู้เดิมไปประยุทใ้ในการแก้ปัญหทาง คณิตศาสตร์ และการพิสูจนที่เกี่ยวข้งกับเรื่งนั้น ๆ โดยนักเรียนจะต้องตดัสนใจเพื่อเลือกใ้ความรู้ที่เหมาะสมในสถานการณ์ ต่าง ๆ และครสุรูปผลที่ได้จากการเรียนรู้และส่งเสริมความคิดเห็นของนักเรียน ใ้โอกาสนักเรียนใ้ถามคำถามใหม่ที่เกี่ยวข้งกับ บทเรียน ใ้ให้นักเรียนใ้แลงเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการกับเพื่อน เพื่อใ้เกิดการยอมรับซึ่งกันและกัน เช่น การที่ครูยกปัญหาใหม่ที่ นักเรียนไม่เคยเจอ นักเรียนต้องตดัสนใจเลือกทฤษฎีบทที่นักเรียนสร้างในคาบนี้หรือคาบก่อนหน้ามาใ้ในการพิสูจน โดยครูและ นักเรียนจะมีส่วนร่วมในการอภิปรายกันว่าปัญหาที่ครูกำหนดสามารถทำได้โดยใ้วิธีใ้บ้าง และวิธีไหนเหมาะสมที่สุด ด้วยกระบวนการในชั้นตอนนี้จะช่วยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ลตมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่ง และใ้ให้นักเรียนใ้ฝึกฝนการ พิสูจนต่าง ๆ ในชั้นตอนนี สอดคลื่งกับงานวิจัยของ Chiraphan Khongkhaoroptham [12] ที่พบว่ชั้นประยุทใ้ นักเรียนจะ ได้นำความรู้ในลิ่งที่ตนเองค้นพบเกี่ยวข้งกับหลักการหรือวิธีการมาประยุทใ้ในการแก้ปัญห และฝึกจนเกิดความชำนาญ ใ้ให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากยั้งขึ้น

จากทั้ง 4 ชั้นตอน จะเห็นได้ว่การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้จะเป็นการฝึกการพิสูจนอย่างเป็นระบบ เริ่มจากสร้างข้อความ คาคการณ์ พิสูจนข้อความคาคการณ์ นำเสนอการพิสูจน และนำทฤษฎีบทที่ได้จากการพิสูจนไปใ้ ด้วยชั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้จะ ใ้ให้นักเรียนเข้าใจในระบบของการพิสูจน และเข้าใจทฤษฎีบทมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำทฤษฎีบทต่าง ๆ ไปใ้ใ้ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ซึ่งแนวทางการจัดกิจกรรมดังกล่าวสอดคลื่งกับผลการวิจัยของ Dewi & Harahap [13] ที่พบว่การจัดการเรียนรู้ เรขาคณิตโดยอาศัยแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์จะช่วยพัฒนาความสามารถในการพิสูจนของนักเรียน เนื่องมาจากชั้นตอนในการสร้าง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเริ่มมาจากการสร้างข้อความคาคการณ์ การหาแนวทางการพิสูจน การพิสูจน การนำเสนอผลการพิสูจน และการนำเสนอผลการพิสูจนไปใ้ จะสอดคลื่งกับแนวการจัดการเรียนรู้โดยใ้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ด้วยเหตุนี้การสอนโดยใ้ แนวคิดนี้จะสามารถพัฒนาความสามารถในการพิสูจนใ้ได้ และยั้งสอดคลื่งกับงานวิจัยของ Chananan Singmui [14] ที่พบว่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ และส่งเสริมใ้ให้นักเรียนลงมือ ปฏิบัติจริงจนเกิดความสามารถและทักษะที่ตดัเป็นนิสัย นักเรียนใ้ฝึกทักษะการใ้เหตุผล ทั้งการวางแผน รวมทั้งฝึกทักษะทาง สังคมด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม แลงเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ด้วยกระบวนการนี้จะช่วยพัฒนาความสามารถในการใ้ เหตุผลของนักเรียน นอกจากนี้ยั้งสอดคลื่งกับงานวิจัยของ Borisudtum Pimsiri [15] ที่พบว่ การออกแบบการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการใ้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ใ้สูงขึ้น เนื่องจากรูปแบบการจัดการ เรียนรู้ที่มีชั้นตอนเริ่มจากการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ใ้ให้นักเรียนใ้ค้นพบความรู้ ได้เรียนรู้้อย่างหลากหลาย และ ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนผ่านการใ้แบบฝึกหัด ด้วยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้จะช่วยพัฒนาใ้ให้นักเรียนสามารถเข้าใจ การพิสูจน และการใ้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

8.2 การจัดการเรียนรู้โดยใ้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบ The Constructivist Learning Model (CLM) จะใ้กระบวนการ กลุ่มเข้ามาช่วย ใ้ให้นักเรียนใ้แลงเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่มก่อนที่ จะลงมือเขียนพิสูจน และเนื่องมาจากผู้วิจัยใ้เทคนิคการ แบ่งกลุ่มแบบคละความสามารถ ด้วยรูปแบบนี้จะเอื้อใ้เกิดการแลงเปลี่ยนเรียนรู้กันในกลุ่ม เนื่องจกจะต้องมีการนำเสนอผลงาน ดั้งนั้นนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มจะต้องเข้าใจงานของกลุ่มตนเองใ้ให้นักเรียนกลุ่มแก่งจะช่วยนักเรียนกลุ่มอ่อนที่อยู่ในกลุ่มใ้มีความ เข้าใจเกี่ยวข้งกับเนื้อหา และหลักในการพิสูจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะช่วยลดช่องว่างในการเรียนรู้ กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้แบบปกติครูอาจไม่สามารถดูแลนักเรียนใ้ได้อย่างทั่วถึง ใ้ให้นักเรียนกลุ่มอ่อนอาจจะเรียนรู้ไม่ทัน แต่เมื่อใ้ กระบวนการกลุ่มแบบคละความสามารถ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องช่วยกันใ้ใ้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจงานของกลุ่มตนเอง สอดคลื่ง กับงานวิจัยของ Maya & Sumarmo [16] ที่อธิบายว่การใช้กระบวนการกลุ่มจะช่วยใ้ให้นักเรียนมั่นใจในการพิสูจนมากขึ้น เนื่องจกใ้พูดคุยและตรวจสอบกับเพื่อนในกลุ่ม อีกทั้งเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย นักเรียนสามารถปรึกษากันในกลุ่ม และช่วยกัน ออกแบบแนวทางในการพิสูจนใ้ได้ นอกจากนี้ยั้งสอดคลื่งกับงานวิจัยของ Natdapha Nimitdi [17] ที่ใ้ใ้ใช้กระบวนการกลุ่มเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ และพบว่มีส่วนช่วยในการพัฒนาการคิดเชิงเรขาคณิต ซึ่งประกอบไปด้วยการตระหนักเกี่ยวข้งกับรูปร่าง การใ้นิยาม การจัดหมวดหมู่ และการพิสูจน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Ngamphrom Onbuakhao & La Phawaphutanon. 2014. A Study of Mathematics Conceptual Change on Parallel using Remedials Teaching for Mathayomsuksa 2. **Journal of Education Khon Kaen University**, 8(3), pp. 226-235.
- [2] Tavee Waiyemitra. 2012. The development of computer assisted instruction lesson on parallel line for mathayomsuksa 2 students. **Journal of Graduate Studies in Rajabhat Nakhonsawan University**, 7(19), pp. 69-84.
- [3] Yaowaret Singhanan. 1990. **A comparison of ability to construct proof in geometry between mathayom suksa three students in government and private schools, educational region six.** Master of Education (Teaching Mathematics), Chulalongkorn University.
- [4] Aumporn Makaanong. 2015. **Mathematics for Secondary School Teachers.** 2nd ed. Bangkok: Faculty of Education Chulalongkorn University.
- [5] Senk, S. L. 1985. How well do students write geometry proofs? **The mathematics teacher**, 78(6), pp. 448-456.
- [6] Thanathan Fimusan. 2016. **Effects of Four-Step Constructivist-Based Teaching Strategy on Physics Concepts and Attitudes Toward Physics Learning of Eleventh Grade Students.** Master of Education (Science Education), Chulalongkorn University.
- [7] Thitsana Khammanee. 2018. **Science of Teaching Pedagogy.** 22st ed. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- [8] Yager, R. E. 1991. The constructivist learning model. **The science teacher**, 58(6), pp. 52-57.
- [9] Kannika Hanphitak. 2016. **The Effects of Learning Management Based on Constructivist Theory of Mathematical Concepts and Problem-solving Ability on the Topic of Triangles of Grade 5 Students.** Master of Education (Teaching Mathematics), Burapha University.
- [10] Craven, J. D. 2010. Bridging Algebra & Geometry with. **Mathematics Teacher**, 103(9), pp. 676-681.
- [11] Savery, J. R., & Duffy, T. M. 1995. Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. **Educational technology**, 35(5), 31-38.
- [12] Chiraphan Khongkhaoroptham. 2000. **The Development of Mathematics Learning on Partial Fraction for Students in Diploma of Vocational Education Program Based on the Constructivism Teaching Theory.** Master of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University.
- [13] Dewi, I., & Harahap, M. S. 2016. The Development of Geometri Teaching Materials Based on Constructivism to Improve the Students' Mathematic Reasoning Ability through Cooperative Learning Jigsaw at the Class VIII of SMP Negeri 3 Padangsidimpuan. **Journal of Education and Practice**, 7(29), pp. 68-82.
- [14] Chananan Singmui & Wirayut Ninsakhu. 2016. **A Study of Resoning Abilities in Probabilities topics via a constructivist learning.** Proceedings of the 22nd Annual Meeting in Mathematics (AMM 2017), Chiang Mai, 2- 4 June 2017. pp. 1-13.
- [15] Borisudtum Pimsiri. 2018. The Development of Learning Model Based on Constructivism to Enhance Mathematical Abilities for Students in Primary. **Journal of Silpakorn University**, 11(1), p. 616-632.

- [16] Maya, R., & Sumarmo, U. 2011. Mathematical understanding and proving abilities: experiment with undergraduate student by using modified Moore learning approach. **Journal on Mathematics Education**, 2(2), pp. 231-250.
- [17] Natdapha Nimitdi & Natchira Butdi. 2017. **Learning Management According to The Guideline to Advanced Achievement to Promote Geometric Thinking of Mathayomsuksa Three Students.** Proceedings of the 22nd Annual Meeting in Mathematics (AMM 2017), Chiang Mai, 2- 4 June 2017. pp. 1-14.
- [18] Chaiwat Sutthirat. 2019. **80 Innovative Learning Management That is Student-Centered.** 8th ed. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- [19] Mariotti, M. A. 2006. **Proof and proving in mathematics education.** In Handbook of research on the psychology of mathematics education. Brill Sense.
- [20] Prawit Karin, Chanitwara Loetamophonphong & Songchai Aksornkhith. 2018. The Effects of Learning Management based on Constructivist Theory together with The Geometer's Sketchpad (GSP) On Mathematical Reasoning Ability on Circle of Mathayomsuksa Three Students. **Journal of Graduate School Chandrakasem Rajabhat University**, 13(2), pp. 1-12.