

การพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บุญญา เพียรสวรรค์

The Development of Activity Packages to Enhance Reasoning Ability on Reasoning about Triangle and Quadrilateral for Grade 9 Students

Boonya Piansawan

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Department of Mathematics, Faculty of Science, Naresuan University, MuangPhitsanulok, Thailand 65000

Corresponding author. E-mail address: boonyap@nu.ac.th

Received: 12 February 2016; Accepted: 10 October 2016

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 70/70 และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนหลังเรียนจากชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า

1. ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีประสิทธิภาพ 71.73 / 72.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70ที่กำหนดไว้
2. ความสามารถในการให้เหตุผลเรื่องการให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 71.83 โดยความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเรียนเก่งได้ร้อยละ 79.22 และกลุ่มเรียนปานกลาง ได้ร้อยละ 71.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มเรียนอ่อน ต่ำกว่าเกณฑ์โดยได้ร้อยละ 64.58
3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ความสามารถในการให้เหตุผล ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม

Abstract

The purposes of this research were (i) to develop and test the efficiency of the package on enhancing reasoning ability on giving reason relating to triangle and quadrilateral for Grade 9 students following 70/70 criteria, (ii) to compare Grade 9 students' reasoning ability on giving reason relating to triangle and quadrilateral after learning by using this activities package to a criteria of 70% and (iii) to evaluate the satisfaction of Grade 9 students who use this activity package. The finding are as follows:

1. The package on enhancing reasoning ability on giving reason relating to triangle and quadrilateral for Grade 9 students had been approved by five specialists for being appropriate where the level of being appropriate was in a high level. Furthermore the efficiency of this package was 71.73/72.17 which was higher than the given 70/70 criteria.



2. Grade 9 students' reasoning ability on giving reason relating to triangle and quadrilateral after learning by using this activities package was greater than a criteria of 70% with statistically significant at level of .05. Most students' reasoning ability passed criteria of 70% at 71.83%. Among these, above average students obtained 79.22% and average students obtained 71.76%, which were statistically significant greater than a given criteria at level of .05. However, the low average students obtained 64.58% which was below the given criteria.

3. The satisfaction of students on the ability packages to enhance reasoning ability on reasoning relating triangle and quadrilateral for Grade 9 students was at a high level.

Keywords: reasoning ability, activity packages to enhance reasoning ability, reasoning relating to triangle and quadrilateral

บทนำ

จากคำกล่าวที่ว่า “คณิตศาสตร์ คือ การให้เหตุผล” (National Council of Teacher of Mathematics (NCTM), 1989) แสดงให้เห็นว่าการให้เหตุผลมีความสำคัญทั้งในการเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้และใช้งานคณิตศาสตร์ และการดำรงชีวิตของมนุษย์ (Baroody, 1993) การให้เหตุผล มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ทุกวัย ในแต่ละวันมนุษย์ต้องให้เหตุผลกับคนอื่น และต้องการเหตุผลจากคนอื่น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเล็กน้อยหรือเรื่องสำคัญมาก มนุษย์ต้องการคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผลและคนส่วนใหญ่รับได้ ด้วยเหตุนี้การฝึกการใช้เหตุผลจึงเป็นเรื่องจำเป็นที่ผู้เรียนต้องฝึกฝนให้เกิดเป็นทักษะหรือความชำนาญ (Makanong, 2010) การให้เหตุผลสามารถจำแนกเป็น 2 ลักษณะได้แก่ การให้เหตุผลแบบอุปนัย คือการสรุปผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อหาแบบรูปที่จะนำไปสู่ข้อสรุปที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด ซึ่งข้อสรุปที่เกิดขึ้นอาจเป็นจริงหรือเท็จก็ได้ และการให้เหตุผลแบบนิรนัย คือ การให้เหตุผลโดยการยอมรับสิ่งที่เกิดขึ้นมาก่อนว่าเป็นจริงเพื่อนำมาใช้ในการอ้างอิงสู่ข้อสรุปที่เกิดขึ้นใหม่ภายหลัง ซึ่งการให้เหตุผลแบบนิรนัยจะมีความเป็นทางการมากกว่าการให้เหตุผลแบบอุปนัย ในทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลแบบนิรนัยมักจะมีความเกี่ยวข้องกับ คำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎี หรือสมบัติต่าง ๆ ทางเรขาคณิต (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2011) เรขาคณิตช่วยสอนในการอ่านการตีความและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (NCTM, 1981 as cited in Suydam, 1983) หลักสูตรจึงได้กำหนดให้นักเรียนได้เรียนเกี่ยวกับการให้เหตุผลหรือการพิสูจน์ในสาระที่ 3 เรขาคณิต ซึ่งเป็นการฝึกการให้เหตุผลแบบเป็นทางการโดยลำดับจากสิ่งที่กำหนดให้

ไปจนถึงผลสรุป โดยอาศัยบทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบทที่กำหนดให้มาใช้ในการอ้างอิงอย่างสมเหตุสมผล

ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 3) ปีการศึกษา 2553 พบว่ามาตรฐาน ค 6.2 (ความสามารถในการให้เหตุผล) มีผลคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศอยู่ที่ร้อยละ 2.24 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำขณะเดียวกันผลคะแนนเฉลี่ยเกี่ยวกับมาตรฐานค.3.2 ซึ่งนักเรียนต้องความสามารถใช้การนิภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นมาตรฐานที่เน้นให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลอย่างเป็นลำดับขั้นตอน พบว่ามีผลคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศอยู่ที่ร้อยละ 35.57 ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (The National Institute of Educational Testing Service, 2011) และจากการศึกษาผลการเรียนของนักเรียนของ Klumbut (2014) ในสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เนื้อหาเรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เน้นให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลอย่างเป็นลำดับขั้นตอน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนเรื่องนี้อยู่ในระดับต่ำ นักเรียนบางส่วนไม่สามารถเขียนแสดงเหตุผล และส่วนใหญ่ไม่สามารถทำได้อย่างถูกต้อง โดยนักเรียนไม่สามารถเขียนข้อความทางการพิสูจน์ได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ทั้งยังไม่สามารถเลือกให้เหตุผลอ้างอิงข้อความทางการพิสูจน์ได้อย่างสมเหตุสมผล สาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงเหตุผลอย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่ทราบว่าควรเริ่มต้นเขียนอะไรก่อน และไม่สามารถจำสมบัติทางเรขาคณิตเพื่ออ้างอิงในการพิสูจน์ได้ จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูป

ลีเหลี่ยม Lappan and Schram (1989) ได้กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น การคาดการณ์ค้นหาวิธีการพิสูจน์สังเกตแบบรูปชี้แจงเหตุผลของแนวคิดซึ่งสอดคล้องกับ Kennedy & Yipp (1994) ที่กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดหรือเขียนแสดงความคิดเห็นที่มีเหตุผลจากงานที่ทำ ควรให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการทำงานด้วยตัวของตัวเอง ครูผู้สอนควรยอมเสียเวลาที่จะให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มและตอบคำถามและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดที่จะช่วยพัฒนาทักษะการให้เหตุผลนอกจากนี้ Duval (1998) กล่าวว่า การใช้ภาพในการอธิบายรูปเรขาคณิต ไม่ได้สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับรูปร่างลักษณะทางเรขาคณิตเพียงอย่างเดียว แต่ยังสามารถสร้างการรับรู้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการมองเห็นของภาพนั้น นอกจากนี้การใช้คำถามปลายเปิดร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ยังช่วยเพิ่มความจำเกี่ยวกับสมบัติต่าง ๆ ทางเรขาคณิตให้กับนักเรียนได้อีกด้วยซึ่งสอดคล้องกับ Byrne (1847) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตโดยการนำเสนอผ่านภาพจะช่วยให้ นักเรียนสามารถสร้างกระบวนการคิดเพื่อให้เหตุผล และช่วยให้นักเรียนสามารถเขียนแสดงเหตุผลอย่างเป็นทางการได้ง่ายขึ้นและจากแนวทางช่วยในการพิสูจน์เรขาคณิตของ Gustafson and Frisk (1991) ที่แนะนำว่าครูควรฝึกให้นักเรียนสร้างรูปเรขาคณิตจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ครบถ้วน บางครั้งอาจจำเป็นต้องมีการสร้างเพิ่มเพื่อช่วยในการพิสูจน์แต่ต้องแน่ใจว่าสามารถทำเช่นนั้นได้นอกจากนี้ครูควรแนะนำนักเรียนให้ใช้สัญลักษณ์แสดงส่วนที่เท่ากัน เช่น อาจเขียนหัวลูกศรแสดงการขนานกันของเส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรง ทำเครื่องหมายแสดงมุมคู่ที่เป็นมุมแย้งด้วยเครื่องหมายเดียวกัน หรือระบายสีด้วยสีเดียวกัน (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cheng and Lin (2006) ที่พบว่า การใช้สื่อบายข้อความและองค์ประกอบแสดงส่วนที่เท่ากันในภาพ ส่งเสริมการ

ลำดับความคิดในการให้เหตุผลทางเรขาคณิตได้อย่างมีประสิทธิภาพและทำให้นักเรียนสามารถเขียนเหตุผลทางเรขาคณิตได้ดีขึ้น แต่ควรใช้เทคนิคอื่นควบคู่ไปด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนโดยให้นักเรียนเก่งช่วยนักเรียนปานกลาง และนักเรียนปานกลางช่วยนักเรียนอ่อนเป็นหลัก ซึ่งผู้เรียนในกลุ่มมีการเรียนรู้ร่วมกัน มีการสร้างรูปทางเรขาคณิตจากข้อความที่โจทย์กำหนดและใช้สัญลักษณ์ เช่น รอยขีด หัวลูกศร หรือสีเดียวกัน เพื่อแสดงองค์ประกอบของรูปที่มีขนาดเท่ากัน แต่ถ้าองค์ประกอบของรูปที่มีขนาดต่างกันก็ใช้สัญลักษณ์หรือสีที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยเพิ่มความจำสิ่งที่โจทย์กำหนด มีการทบทวนเกี่ยวกับสมบัติ (ทฤษฎีบทหรือสัจพจน์ก่อนหน้าที่มี) ต่าง ๆ ทางเรขาคณิตเพื่อใช้ประกอบการพิสูจน์ทางเรขาคณิตของโจทย์ แล้วนักเรียนในกลุ่มร่วมกันพิจารณาว่าสอดคล้องเงื่อนไขของสมบัติใดซึ่งจะทำให้ได้ความจริงใดตามมาที่เกี่ยวข้องกับการพิสูจน์ดังกล่าวหลังจากนั้นแต่ละกลุ่มจะนำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้อีกครั้งหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนหลังเรียนจากชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



สมมติฐานของการวิจัย

ความสามารถในการให้เหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม หลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลโดยมีลักษณะเป็นแบบการเขียนตอบสั้น ๆ แสดงเหตุผลอย่างง่าย จำนวน 1 ข้อ และแบบเขียนแสดงเหตุผลอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จำนวน 7 ข้อ รวม 8 ข้อ 85 คะแนน ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

- ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม เช่น หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2001) และคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2001)

- ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวคิดขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล การอ้างเหตุผลในการเขียนพิสูจน์ทางเรขาคณิต และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2551)

- วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ในเนื้อหา เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม

- สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ โดยมีลักษณะเป็นการเขียนตอบแบบสั้นแสดงเหตุผลอย่างง่าย และแบบเขียนแสดงเหตุผลอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเขียนตอบแบบสั้นแสดงเหตุผลอย่างง่าย คือ เต็มคำตอบได้ถูกต้อง จะได้ 1 คะแนน เต็มคำตอบผิดหรือไม่เต็มคำตอบ ได้ 0 คะแนน และแบบเขียนแสดงการพิสูจน์ เป็นการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบหรือเกณฑ์ย่อย (Analytic Scoring Rubric) เพื่อให้การมองคุณภาพงานหรือความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลในทางเรขาคณิตได้อย่างชัดเจน มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนนออกเป็น 3 หมวด คือ ข้อความพิสูจน์ การอธิบายเหตุผลกับข้อความพิสูจน์ และลำดับการเขียนข้อความพิสูจน์

- นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล โดยใช้เกณฑ์คะแนน +1 , 0 และ -1 สำหรับการพิจารณาว่า แน่ใจว่าสอดคล้อง ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง และแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง ตามลำดับ

- นำข้อคำถามที่ได้รับจากการตรวจสอบความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไปได้แบบทดสอบแบบเขียนตอบสั้น ๆ แสดงเหตุผลอย่างง่าย จำนวน 1 ข้อ และแบบเขียนแสดงเหตุผลอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จำนวน 7 ข้อ รวม 8 ข้อ 85 คะแนน ซึ่งครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ และความสามารถในการเชื่อมโยง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 70/70 ผู้วิจัยดำเนิน ดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและ

รูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมทั้งหมด 4ชุด 14 ชั่วโมงดังนี้

- ชุดกิจกรรมที่ 1 ชุดความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางเรขาคณิต จำนวน 2 ชั่วโมง

- ชุดกิจกรรมที่ 2 ชุดทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมจำนวน 4 ชั่วโมง

- ชุดกิจกรรมที่ 3 ชุดทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานจำนวน 4 ชั่วโมง

- ชุดกิจกรรมที่ 4 ชุดการสร้างรูปเรขาคณิตจำนวน 4 ชั่วโมง

โดยชุดกิจกรรมนี้ ใช้กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่มๆ กลุ่มละ 4 คน ที่ละความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน ในอัตราส่วน 1:2:1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนโดยให้นักเรียนเก่งช่วยนักเรียนปานกลาง และนักเรียนปานกลางช่วยนักเรียนอ่อนเป็นหลัก ซึ่งผู้เรียนในกลุ่มมีการเรียนรู้ร่วมกัน มีการสร้างรูปภาพจากข้อความที่กำหนด ประกอบการพิสูจน์ทางเรขาคณิตและใช้สัญลักษณ์ เช่น รอยขีด หัวลูกศร หรือสีเดียวกัน เพื่อแสดงองค์ประกอบของรูปที่มีขนาดเท่ากัน แต่ถ้าองค์ประกอบของรูปที่มีขนาดต่างกันก็ใช้สัญลักษณ์หรือสีที่แตกต่างกันเพื่อช่วยเพิ่มความจำสิ่งที่โจทย์ เพื่อช่วยเพิ่มความจำสิ่งที่โจทย์กำหนด มีการทบทวนเกี่ยวกับสมบัติ (ทฤษฎีบทหรือสัจพจน์ก่อนหน้าที่มี) ต่าง ๆ ทางเรขาคณิตเพื่อใช้ประกอบการพิสูจน์ทางเรขาคณิตของโจทย์ แล้วนักเรียนในกลุ่มร่วมกันพิจารณาว่าสอดคล้องเงื่อนไขของสมบัติใดซึ่งจะทำให้ได้ความจริงใดตามมาที่เกี่ยวข้องกับการพิสูจน์ดังกล่าว หลังจากนั้นแต่ละกลุ่มจะนำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละคาบจะแบ่งกิจกรรมเป็น 3 ขั้น คือ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ทบทวนความรู้ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนรู้ใหม่ โดยร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง 2) ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน นำผลจากการจัดกิจกรรมในขั้นที่ 1 ไปใช้ปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมในบางคาบอาจมีการนำเสนอปัญหาใหม่เพื่อเพิ่มความเข้าใจยิ่งขึ้น และ 3) ขั้นสรุป ร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม แล้วช่วยกันเรียนเรียงข้อสรุปให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น หลังจากนั้นแต่ละกลุ่มจะนำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้อีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้นักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดเป็นการบ้าน เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้

2. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

2.1 ศึกษาเอกสารเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมจากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2001) ศึกษาคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2001) ศึกษาหลักการและเทคนิคการสร้างชุดกิจกรรมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม (Kualharvej, 1999) ศึกษาแนวคิด/ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ และเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ซึ่งจะนำไปกำหนดไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังในตาราง 1

2.2 นำชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ 5 ท่านเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมและประเมินชุดกิจกรรมแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยกำหนดเกณฑ์มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไปและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยกว่า 1.00 ซึ่งถ้าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ใดไม่เป็นไปตามเกณฑ์ต้องนำมาปรับปรุงนำจุดประสงค์การเรียนรู้ของชุดกิจกรรมและเนื้อหาสาระที่กำหนดขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งหนึ่งเพื่อทำการประเมินความสอดคล้อง

2.3 นำชุดกิจกรรมที่ผ่านการประเมินความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วมาจัดทำจากนั้นนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของชุดกิจกรรม

2.4 นำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 4 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน เพื่อพิจารณาเกี่ยวกับความยากง่ายของกิจกรรม ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม และข้อบกพร่องอื่น ๆ



2.5 จากนั้นนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ซึ่งแต่ละกลุ่มเป็นนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง 1 คน ปานกลาง 2คน และอ่อน 1 คน เพื่อหาข้อบกพร่อง และตรวจสอบความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้อีกครั้งหนึ่ง

2.6 หลังจากนั้นนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 32 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

หมายเหตุ ผลการเรียนรู้ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมทั้ง 4 ภาคเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งออกดังนี้

- นักเรียนที่มีผลการเรียนดี (เรียนเก่ง) หมายถึง นักเรียนที่มีผลคะแนนเฉลี่ย ตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไป
- นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่มีผลคะแนนเฉลี่ย ตั้งแต่ 2.00 - 2.99
- นักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อน (เรียนอ่อน) หมายถึง นักเรียนที่มีผลคะแนนเฉลี่ย ต่ำกว่า 2.00

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในการพัฒนาชุดกิจกรรม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้
1. นักเรียนสามารถใช้บทนิยาม และสมบัติทางคณิตศาสตร์ ในการให้เหตุผลทางเรขาคณิตอย่างง่ายได้	1. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าประโยคใดเป็นประโยคเงื่อนไข 2. นักเรียนสามารถเขียนบทกลับของประโยคเงื่อนไขได้ 3. นักเรียนสามารถเขียนประโยคเงื่อนไขและบทกลับที่เป็นจริงในรูป “ก็ต่อเมื่อ” ได้ 4. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการให้เหตุผลอย่างง่ายได้ 5. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าข้อความที่กำหนดให้ เป็นสัจพจน์ หรือเป็นทฤษฎีบท 6. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการพิสูจน์ข้อความทางเรขาคณิตอย่างง่ายได้
2. นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมไปใช้ในการให้เหตุผลได้	7. นักเรียนสามารถบอกได้ว่ารูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์กันแบบ ด้าน-มุม-ด้าน, มุม-ด้าน-มุม, มุม-มุม-ด้าน และ ด้าน-ด้าน-ด้าน เท่ากันทุกประการ 8. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการพิสูจน์โดยนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์กันแบบ ด้าน-มุม-ด้าน, มุม-ด้าน-มุม, มุม-มุม-ด้าน และ ด้าน-ด้าน-ด้าน ไปใช้อ้างอิงในการให้เหตุผลได้ 9. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการพิสูจน์โดยนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ไปใช้อ้างอิงในการให้เหตุผลได้ 10. นักเรียนสามารถบอกได้ว่ารูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์กันแบบ ฉาก-ด้าน-ด้าน เท่ากันทุกประการ 11. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการพิสูจน์โดยนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์กันแบบ ฉาก-ด้าน-ด้าน ไปใช้อ้างอิงในการให้เหตุผลได้
3. นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานไปใช้ในการให้เหตุผลได้	12. นักเรียนสามารถบอกบทนิยามของเส้นขนานและสมบัติต่าง ๆ ของเส้นขนานได้ 13. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการพิสูจน์โดยนำสมบัติของเส้นขนาน ไปใช้อ้างอิงในการให้เหตุผลได้ 14. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการพิสูจน์ทฤษฎีบทเกี่ยวกับด้านตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานได้ 15. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการพิสูจน์โดยนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับด้านตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ไปใช้อ้างอิงในการให้เหตุผลได้ 16. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการพิสูจน์ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานได้ 17. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการพิสูจน์โดยนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานไปใช้อ้างอิงในการให้เหตุผลได้ 18. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการพิสูจน์ทฤษฎีบทเกี่ยวกับส่วนของเส้นตรงที่ตัดหัวท้ายของส่วนของเส้นตรงที่ขนานกันได้ 19. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการพิสูจน์โดยนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับส่วนของเส้นตรงที่ตัดหัวท้ายของส่วนของเส้นตรงที่ขนานกันได้ ไปใช้อ้างอิงในการให้เหตุผลได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้
4. นักเรียนสามารถสร้างและให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้างที่กำหนดให้ได้	20. นักเรียนสามารถสร้างและบอกขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่ายโดยใช้การสร้างพื้นฐานได้ 21. นักเรียนสามารถสร้างรูปเรขาคณิตโดยอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างได้ 22. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้างรูปเรขาคณิตโดยอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างได้ 23. นักเรียนสามารถวิเคราะห์การสร้างรูปเรขาคณิตโดยใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ และสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมาช่วยได้ 24. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้างรูปเรขาคณิตโดยใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ และสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมาช่วยได้ 25. นักเรียนสามารถวิเคราะห์การสร้างรูปเรขาคณิตโดยใช้สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมมาช่วยได้ 26. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้างรูปเรขาคณิตโดยใช้สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมได้

3. ขอบเขตด้านตัวแปร ประกอบด้วย

3.1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านความเหมาะสมของชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.2 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 70/70

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา ดำเนินการภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

1. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านไร่พิทยาคม จังหวัดสุโขทัย ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 36 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

2. ขอบเขตด้านตัวแปร ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง

การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ระดับความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ขอบเขตด้านระยะเวลา ดำเนินการภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 สัปดาห์ละ 3 วัน ละ 1 ชั่วโมง รวม 5 สัปดาห์ รวม 14 ชั่วโมง

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 70/70 มีผลดังนี้

1.1 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรากฏผลดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมินความเหมาะสม
ด้านชุดกิจกรรมการเรียนรู้				
1	คำแนะนำสำหรับครู นักเรียน สื่อความหมาย ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย	4.00	0.71	มาก
2	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมผลการเรียนรู้	4.20	0.45	มาก
3	เนื้อหาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย รูปแบบเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
ด้านแผนการจัดการเรียนรู้				
4	มีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
5	เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.20	0.45	มาก
6	เนื้อหาเป็นไปตามขั้นตอนการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
7	เนื้อหามีความถูกต้องชัดเจน	4.00	0.00	มาก
8	เนื้อหาเหมาะสมกับวัย และความสนใจของนักเรียน	4.00	0.00	มาก
9	เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่ใช้เรียน	4.20	0.45	มาก
10	เนื้อหาส่งเสริมให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล	4.60	0.55	มากที่สุด
11	กิจกรรมกระบวนการเรียนรู้เรียงลำดับจากง่ายไปสู่ยาก	4.00	0.00	มาก
ด้านสื่อการเรียนรู้				
12	สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา	4.20	0.45	มาก
13	สื่อการเรียนรู้มีความหลากหลาย และมีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.20	0.45	มาก
14	สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
15	สื่อการเรียนรู้มีเนื้อหา ภาษา ที่เหมาะสมกับนักเรียน	4.20	0.45	มาก
16	สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน	4.20	0.45	มาก
ด้านการวัดและประเมินผล				
17	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	3.80	0.84	มาก
18	เกณฑ์การประเมินผลเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวม	4.17	0.28	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ความเหมาะสมของชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในภาพรวม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.17, S.D. = 0.28$) และเมื่อพิจารณาแต่ละข้อพบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากขึ้นไปทุกข้อ

1.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 70/70 ปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 70/70 กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ จำนวน 32 คน

ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดในชุดกิจกรรมระหว่างการใช้ชุดกิจกรรม				ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม
ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	
76.04	71.30	71.15	70.04	72.17
รวมร้อยละของค่าเฉลี่ย 71.73				
ประสิทธิภาพของกระบวนการ / ผลลัพธ์ = $E_1 / E_2 = 71.73 / 72.17$				

จากตารางที่ 3 พบว่าชุดกิจกรรมทุกชุดมีค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนระหว่างการใช้ชุดกิจกรรมอยู่ระหว่าง 70.04-76.04 และค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล เท่ากับ 72.17 แสดงว่าชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้

2. ผลการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลหลังการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาให้เหตุผล ปีที่ 3 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่า t (t-test One Sample)

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	% of Mean	t	Sig(1 - tailed)
หลังเรียน	36	85	61.01	5.10	71.78	1.83*	0.0380

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาให้เหตุผล ปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

61.01 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.83 และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 71.78

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบระดับความสามารถในการให้เหตุผล โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่า (t-test One Sample) ของนักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	% of Mean	t	Sig(1 - tailed)
หลังเรียน							
กลุ่มเก่ง	9	85	67.33	2.83	79.21	8.31*	0.0000
กลุ่มปานกลาง	18	85	61.00	2.35	71.76	2.71*	0.0075
กลุ่มอ่อน	9	85	54.89	2.67	64.58	-5.19	1.0000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



จากตารางที่ 5 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาให้เหตุผล ปีที่ 3 ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเรียนเก่งได้ร้อยละ 79.21 และกลุ่มเรียนปานกลาง ได้ร้อยละ 71.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มเรียนอ่อน ต่ำกว่าเกณฑ์โดยได้ร้อยละ 64.58

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรากฏผลดังตาราง 5

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	รายการ	n = 36		ระดับความพึงพอใจ
		$\bar{X}$	S.D.	
1	รูปเล่มของชุดกิจกรรมมีความสวยงาม	4.28	0.61	มาก
2	ขนาดของตัวอักษรชัดเจน อ่านง่าย	4.03	0.56	มาก
3	คำสั่ง คำชี้แจง เป็นภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย	4.03	0.65	มาก
4	นักเรียนทำกิจกรรมเสร็จตามเวลาที่กำหนด	4.00	0.63	มาก
5	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นกลุ่ม	4.31	0.62	มาก
6	นักเรียนได้ร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่มวางแผนการทำงาน	4.06	0.58	มาก
7	นักเรียนมีโอกาสดำเนินการเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นซึ่งกันและกันกับเพื่อน ๆ	4.17	0.61	มาก
8	นักเรียนได้สรุปความรู้ของตนเองและเพื่อนร่วมกัน	4.33	0.59	มาก
9	นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลดีขึ้น	4.31	0.67	มาก
10	นักเรียนรู้สึกสนุกสนานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	4.03	0.61	มาก
รวมเฉลี่ย		4.15	0.47	มาก

จากตารางที่ 6 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.15, S.D. = 0.47$)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้ง อาจเนื่องมาจากได้พัฒนาชุดกิจกรรม ๆ ที่สอดคล้องกับกระบวนการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน กล่าวคือ หลังจากออกแบบแล้วได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่านโดย

มี 3 ท่านเป็นรองศาสตราจารย์คณะศึกษาศาสตร์และอีก 2 ท่านเป็นครูชำนาญการพิเศษที่สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ตรวจสอบเพื่อหาความสอดคล้องและความเหมาะสมของชุดกิจกรรม เมื่อแก้ไขปรับปรุงแล้วได้นำไปทดลองใช้แบบหนึ่งต่อหนึ่ง ตามด้วยทดลองใช้แบบกลุ่มเล็กและทดลองใช้แบบภาคสนาม โดยได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จะใช้ในการให้เหตุผลฝึกแยกเหตุและผลของข้อความที่โจทย์กำหนดแล้วเขียนในรูปสิ่งที่กำหนดให้ สิ่งที่จะต้องพิสูจน์ ฝึกให้นักเรียนนิรนัยและเขียนรูปภาพจากสิ่งที่กำหนดให้ พร้อมกับใช้สัญลักษณ์ เช่น รอยขีด หัวลูกศร หรือสีเดียวกัน เพื่อแสดงองค์ประกอบของรูปที่มีขนาดเท่ากัน แต่ถ้าองค์ประกอบของรูปที่มีขนาดต่างกันก็ใช้สัญลักษณ์หรือสีที่แตกต่างกันเพื่อช่วยเพิ่มความจำสิ่งที่โจทย์กำหนด เพื่อช่วยเพิ่มความจำสิ่งที่โจทย์กำหนด โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนโดยให้นักเรียนเก่งช่วยนักเรียนปานกลางและนักเรียนปานกลางช่วยนักเรียนอ่อนเป็น

หลัก ซึ่งนักเรียนในกลุ่มร่วมกันพิจารณาว่าสอดคล้องเงื่อนไขของสมบัติใดซึ่งจะทำให้ได้ความจริงใดตามมาที่เกี่ยวข้องกับการพิสูจน์ดังกล่าว หลังจากนั้นแต่ละกลุ่มจะนำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับ Byrne (1847) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตโดยการนำเสนอผ่านภาพช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างกระบวนการคิดเพื่อให้เหตุผล และช่วยให้นักเรียนสามารถเขียนแสดงเหตุผลอย่างเป็นทางการได้ง่ายขึ้นและสอดคล้องกับ Duval (1998 as cited in Fongchantha, 2010) ที่ว่ากระบวนการเกี่ยวกับการนึกภาพ (Visualization Processes) เป็นกระบวนการที่นักเรียนนึกภาพเกี่ยวกับข้อความทางเรขาคณิต ซึ่งนักเรียนควรจะมีความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตและความสามารถเชื่อมโยงระหว่างข้อความและรูปภาพ ประกอบกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน กิจกรรมนี้ยังสอดคล้องกับหลักการสอนการให้เหตุผลทางเรขาคณิตของ Yoon Pin Musuem. (1987) ที่ว่า 1) ต้องให้ผู้เรียนค้นพบเนื้อหาทฤษฎีบทด้วยตนเองซึ่งอาจจะใช้การสาธิตของครู การทดลอง การสร้าง การใช้เหตุผลและการใช้สื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูป 2) ให้ผู้เรียนอ่านโจทย์ให้เข้าใจ จนสามารถแยกเหตุและผลหรือแยกสิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการพิสูจน์ ถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจและไม่สามารถแยกแยะได้ จะต้องพยายามฝึกฝนจนกว่าจะแยกได้ 3) เขียนรูปประกอบเลือกวิธีการพิสูจน์ โดยมากใช้การวิเคราะห์จากผลไปสู่เหตุแล้วเรียบเรียงจากเหตุไปสู่ผล แต่บางข้อความอาจใช้การสังเคราะห์ หรือบางข้อความอาจใช้การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ร่วมกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโจทย์นอกจากนี้นักเรียนได้มีโอกาสพูดและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการสอนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ Kennedy & Yipp (1994) ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสอนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดหรือเขียนแสดงความคิดเห็นที่มีเหตุผลจากงานที่ทำ ควรให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการทำงานด้วยตัวของนักเรียนเอง ครูผู้สอนควรยอมเสียเวลาที่จะ

ให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มและตอบคำถามและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดที่จะพัฒนาทักษะการให้เหตุผล

2. ผลความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมฯ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมตามรายละเอียดข้อ 1 ซึ่งก่อนการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฯ นี้ นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนเรื่องนี้อยู่ในระดับต่ำ นักเรียนบางส่วนไม่สามารถเขียนแสดงเหตุผล และส่วนใหญ่มิสามารถทำได้อย่างถูกต้อง โดยนักเรียนไม่สามารถเขียนข้อความทางการพิสูจน์ได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ทั้งยังไม่สามารถเลือกให้เหตุผลอ้างอิงข้อความทางการพิสูจน์ได้อย่างสมเหตุสมผล สาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงเหตุผลอย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่ทราบว่าควรเริ่มต้นเขียนอะไรก่อน และไม่สามารถจำสมบัติทางเรขาคณิตเพื่ออ้างอิงในการพิสูจน์ได้ แต่หลังจากเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฯ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลดีขึ้น กล่าวคือ นักเรียนที่เป็นกลุ่มเรียนเก่งได้ร้อยละ 79.21 และกลุ่มเรียนปานกลาง ได้ร้อยละ 71.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มเรียนอ่อน ต่ำกว่าเกณฑ์โดยได้ร้อยละ 64.58

3. จากที่ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมฯ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากนั้น อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมตามรายละเอียดข้อ 2 ซึ่งใช้กิจกรรมการเรียนแบบกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนโดยให้นักเรียนเก่งช่วยนักเรียนปานกลางและนักเรียนปานกลางช่วยนักเรียนอ่อนเป็นหลัก ซึ่งผู้เรียนในกลุ่มมีการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับการเรียน มีความอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการให้เหตุผลของตนเอง มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนได้สรุปความรู้ของตนเองและเพื่อนร่วมกัน และนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม ดีขึ้น



ข้อเสนอแนะ

เอกสารอ้างอิง

1. ข้อเสนอแนะในการนำชุดกิจกรรมไปใช้

1.1 ในการปฏิบัติกิจกรรมพบว่านักเรียนที่มีนักเรียนกลุ่มอ่อน ต้องเพิ่มเวลาให้มากขึ้น

1.2 จากการตรวจการทำใบกิจกรรมหรือการทำแบบฝึกหัด พบว่า มีนักเรียนบางส่วน ยังมีข้อบกพร่องในการให้เหตุผล ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถนำความรู้พื้นฐานเดิมมาใช้ในการอ้างเหตุผลได้ตั้งนั้นก่อนนำไปใช้ครูจึงควรมีการสอนทบทวนความรู้พื้นฐานทั้งหมดเสียก่อน

1.3 จากการตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล พบว่า มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่มีการเขียนรูปภาพและใช้สัญลักษณ์แสดงความเท่ากันขององค์ประกอบในรูปภาพเลย จะไม่สามารถเขียนแสดงการพิสูจน์ได้ ดังนั้นครูควรเพิ่มเวลาในการฝึกให้นักเรียนนิกรภาพและเขียนรูปภาพที่ได้จากการอ่านข้อความ พร้อมกับใช้สัญลักษณ์ เช่น รอยขีด หัวลูกศร หรือสีที่เหมือนกัน แสดงองค์ประกอบของรูปที่มีขนาดเท่ากันให้มากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

2.1 ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผล ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมนี้ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง

2.2 ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมนี้กับนักเรียนที่เรียนปกติ

2.3 ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมนี้

2.4 เนื่องจากมีกรณีที่นักเรียนขาดเรียน หรือเรียนช้า ดังนั้น ควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้นักเรียนดังกล่าวได้ใช้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง หรือ ทบทวนบทเรียน ทั้งในและนอกห้องเรียนโดยการพัฒนาในรูปแบบการวิจัยและพัฒนา

2.5 ควรพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล ในเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ เช่น การให้เหตุผลเกี่ยวกับวงกลม

Baroody, A.J. (1993). Helping Children Think Mathematically. New York: Macmillan Publishing.

Byrne, O. (1847). The First Six Books of the Elements of Euclid. London: William Pickering.

Cheng, Y. H., & Lin, F. L. (2006). Using Reading and coloring to enhance incomplete prover's performance in geometry proof. Pague. Ability of Students in Geometry. (Doctoral dissertation). The University of Connecticut, Connecticut.

Fongchantha, S. (2010). Development of Geometric Reasoning Abilities of Mathayomsuksa III Students Through Visualization and Coloring Techniques at Maetang School, Chiang Mai Province. (Research and Statistics in Education Graduate School). Chiang Mai University, Chiang Mai.

Gustafson, D. R., & Frisk, P. D. (1991). *Elementary Geometry* (3rd ed.). New York: John Wiley and Son.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2011). Textbook in Mathematics of the Core Curriculum for Basic Education in the Year 2551: Book II for Mathayomsuksa III Student. Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2001). Handbook in Mathematics of the Core Curriculum for Basic Education in the Year 2551: Book II for Mathayomsuksa III Teacher. Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao.

Kennedy, Leonard M. & Yipp, Steve. (1994). Guiding Children's Learning of Mathematics. (7th ed). United States of America : International Thomson.



- Klumbut, T. (2014). The Development of Activity Packages to Enhance Reasoning Ability on Reasoning about Triangle and Quadrangle for Mathayomsuksa III Students. Research and Statistics in Education Graduate School, Naresuan University.
- Kualharvej, B. (1999). Education Innovation (4th ed.). Bangkok: Faculty of Education, Srinakarintharawiroj University.
- Lappan, G., & Scharm, P. W. (1989). New Directions for Elementary School Mathematics Yearbook. Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Makanong, A. (2010). Skills and Mathematical Processes Development for Development. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Ministry of Education. (2008). The Core Curriculum for Basic Education in the Year 2551. Bangkok: Printing Agricultural Cooperatives of Thailand.
- Yoon Pin Musuem. (1987). Teaching Mathematics. Faculty of Education: Chulalongkorn University.
- National Council of Teacher of Mathematics (NCTM). (1989). Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Suydam, M. N. (1983). "Logic, Proof, and Problem Solving." in Classroom Ideas from Research on Secondary School Mathematics. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- The National Institute of Educational Testing Service. (2011). Results of National Tests Basic (O-NET) Year 2554. Retrieved from <http://niets.or.th/ExamWeb/MainSch/MainSch.aspx>
- The National Institute of Educational Testing Service. (2008). Principles of Measurement and Evaluation Measure. Bangkok: The National Institute of Educational Testing Service.