

บทความวิจัย (Research Article)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

MATHEMATICAL INDUCTIVE AND DEDUCTIVE LEARNING ACTIVITIES WITH HIGHER-ORDER QUESTIONS AFFECTING MATHEMATICAL CONCEPTS AND REASONING ABILITY IN CIRCLES OF 9TH GRADE STUDENTS

Received: December 17, 2020

Revised: February 1, 2021

Accepted: February 10, 2021

ณัฐภัทร แสงมาลา¹ สมคิด อินเทพ^{2*} และจุฑาพร เนียมวงษ์³
Nuttaput Sangmala¹ Somkid Intep^{2*} and Jutaporn Neamvonk³

^{1,2,3}คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
^{1,2,3}Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri 20131, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: intep@buu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ใช้แผนการวิจัยแบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สมัครใจเรียนคาบเรียนเสริมคณิตศาสตร์ จำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง วงกลม จำนวน 9 แผน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และสถิติทดสอบซี โดยผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง วงกลม มีคะแนนมโนทัศน์และคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย คำถามระดับสูง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ วงกลม

Abstract

This research aimed to study mathematical concepts and reasoning ability in circles of 9th grade students using mathematical inductive and deductive learning activities with higher-order questions. The design of this research was one group posttest only design. The number of subjects for this study were 36 which stood for 9th grade students who wished to participate in additional Mathematics class. There were 3 research instruments, including 9 lesson plans using mathematical inductive and deductive learning activities with higher-order questions, mathematical concepts test and mathematical reasoning ability test. The data were analyzed by mean, standard deviation, percentage and one

sample z-test. The results revealed that after using mathematical inductive and deductive learning activities with higher-order questions, the average score of 9th grade students' mathematical concepts and reasoning ability in circles were higher than the criteria of 70 percent with statistical significance at the level of 0.05.

Keywords: Inductive and Deductive Learning Activities, Higher-Order Questions, Mathematical Concepts, Mathematical Reasoning Ability, Circles

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน (Ministry of Education, 2017) ซึ่งเรขาคณิตในหลักสูตรคณิตศาสตร์ยังเป็นส่วนที่จะสร้างให้นักเรียนเรียนรู้การให้เหตุผลและเห็นโครงสร้างสัจพจน์ของคณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาการให้เหตุผลอย่างระมัดระวัง (Yamsang, 2013) ทว่าการสัมภาษณ์นักเรียนและครูของโรงเรียนตราษตระการคุณ จังหวัดตราด ในปีการศึกษา 2562 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการเรียนเรขาคณิต เรื่อง วงกลม โดยสามารถจำแนกได้เป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านมโนทัศน์ในเรื่องวงกลม คือนักเรียนส่วนมากไม่ชอบเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของวงกลม เพราะมีทฤษฎีบทและนิยามจำนวนมากที่ต้องเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมักเกิดปัญหาในการทำความเข้าใจ และด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เพียงวิธีท่องจำสมบัติของวงกลมเท่านั้น ทำให้เกิดข้อผิดพลาดและความสับสนในการให้เหตุผลประกอบคำตอบอยู่บ่อยครั้ง ซึ่งปัญหาดังกล่าวสอดคล้องกับคะแนนสอบท้ายบทวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องปกติที่เรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติมของโรงเรียนตราษตระการคุณ ในปีการศึกษา 2558, 2559, 2560 และ 2561 ที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 36.11, 32.53, 23.89 และ 30.24 ตามลำดับ โดยคะแนนดังกล่าวได้มาจากการทำข้อสอบท้ายบท ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัยที่เน้นวัดมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ซึ่งมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญ ความหมาย ที่มา หรือการขยายความ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม นิยาม มีลักษณะเป็นความคิดนามธรรม (Makanong, 2015) ทั้งนี้ Battista (2017) กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นโครงสร้างพื้นฐานของการให้เหตุผล ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล (Angganapattarakajorn, 2012)

วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาด้านมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ซึ่งวิธีสอนแบบอุปนัยเป็นวิธีการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการเรียน นักเรียนได้ฝึกสัมพันธ์ความคิด ฝึกทักษะกระบวนการคิด ใช้เหตุผล ช่างสังเกต สามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ส่วนวิธีสอนแบบนิรนัยเป็นการสอนจากหลักการ กฎเกณฑ์ ทฤษฎีต่างๆ เหมาะสำหรับการแก้ปัญหาที่ยาก ใช้กฎต่างๆ สูตร ความรู้ที่เรียนมาแล้ว ทำให้จดจำหลักการ กฎเกณฑ์ สูตรต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ ใช้เวลาน้อยช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการใช้ทั้งวิธีสอนแบบอุปนัยและนิรนัย จะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งทำได้โดยการใช้วิธีสอนแบบอุปนัย ให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ ได้ข้อสรุปกฎเกณฑ์ หรือสูตร แล้วนำไปใช้ในปัญหาที่ซับซ้อนต่อไปด้วยวิธีสอนแบบนิรนัย (Cheausuwantavee, 2018) อีกทั้งงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ยังพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ทำให้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 (Singmahachai, 2018) และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยทำให้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วย (Comemuang, 2019)

นอกจากนี้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยมีการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนดำเนินการต่างๆ กระทั่งสามารถสร้างข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงสนใจใช้คำถามระดับสูงร่วมในการสอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดในระดับที่สูงกว่าความรู้ ความจำ และหลีกเลี่ยงการตอบคำถามที่ไม่สื่อถึงแนวคิด เช่น ตอบว่า “ใช่” “ไม่ใช่” เป็นต้น ดังที่ Makanong (2011) กล่าวว่า คำถามที่ครูคณิตศาสตร์ควรพยายามใช้ในห้องเรียนให้มากขึ้น คือคำถามระดับสูง ซึ่งเป็นคำถามที่จะส่งเสริมการคิดระดับสูงให้กับ

นักเรียน เนื่องจากนักเรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณในการหาคำตอบ ทั้งนี้ คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ใช้การคิดในระดับสูง เช่น ให้เปรียบเทียบ ค้นหารูปแบบ หาข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผล เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นพบสิ่งใหม่หลังการใช้ความรู้ที่มีอยู่ประกอบการคิดอย่างรอบคอบ ทั้งนี้ งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถามระดับสูง พบว่าการใช้คำถามระดับสูงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 (Natenimit, 2015)

ด้วยเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงขึ้น เพื่อศึกษามโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ตามกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้แผนการวิจัย แบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) ที่เลือกกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว มีการให้สิ่งทดลองกับกลุ่มทดลองและทำการสังเกตหรือวัดตัวแปรตามหลังจากให้สิ่งทดลอง (Worakham, 2016) มีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องเรียนความสามารถ ของโรงเรียนตราษตระการคุณ อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 179 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่สมัครใจเรียนคาบเรียนเสริมคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนตราษตระการคุณ อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด โดยขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการคำนวณตามสูตรต่อไปนี้ (Ryan, 2013)

$$n = \left[\frac{(Z_\alpha + Z_\beta) \sigma}{\mu - \mu_0} \right]^2$$

เมื่อ n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง Z แทน ค่าสถิติทดสอบ μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยของประชากรที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70) และกำหนดให้ α มีค่าเท่ากับ 0.05 β มีค่าเท่ากับ 0.20 σ มีค่าเท่ากับ 3.78 และ $\mu - \mu_0$ มีค่าเท่ากับ 2 ซึ่งจากการคำนวณด้วยโปรแกรม Minitab 17 พบว่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างต้องมีจำนวนอย่างน้อย 23 คน ซึ่งมีนักเรียนที่สมัครใจเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจำนวน 36 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชี้แจงนักเรียนกลุ่มตัวอย่างให้เข้าใจการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง 5 ขั้นตอน เพื่อให้ นักเรียนสามารถปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 9 แผน ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ เป็นเวลา 9 คาบ เพื่อสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด ดังตาราง 1

ตาราง 1 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สำหรับการวิจัยนี้

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	
มโนทัศน์ที่ 1	ในวงกลมวงเดียวกัน มุมที่จุดศูนย์กลาง จะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน
มโนทัศน์ที่ 2	มุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 90 องศาหรือหนึ่งมุมฉาก
มโนทัศน์ที่ 3	ในวงกลมเดียวกัน มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันจะมีขนาดเท่ากัน
มโนทัศน์ที่ 4	ผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลมเท่ากับ 180 องศา
มโนทัศน์ที่ 5	ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลมออกไป มุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะเท่ากับมุมภายในที่อยู่ตรงข้าม
มโนทัศน์ที่ 6	เส้นสัมผัสวงกลมตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัส
มโนทัศน์ที่ 7	ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดภายนอกวงกลมจุดหนึ่งมาสัมผัสวงกลมเดียวกัน ย่อมยาวเท่ากันและมีได้สองเส้น
มโนทัศน์ที่ 8	มุมที่เกิดขึ้นจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัส จะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น
มโนทัศน์ที่ 9	ถ้าส่วนของเส้นตรงผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม และตั้งฉากกับคอร์ดที่ไม่ใช่เส้นผ่านศูนย์กลางแล้ว ส่วนของเส้นตรงนั้นจะแบ่งครึ่งคอร์ด
มโนทัศน์ที่ 10	ถ้าส่วนของเส้นตรงผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม และแบ่งครึ่งคอร์ดที่ไม่ใช่เส้นผ่านศูนย์กลางแล้ว ส่วนของเส้นตรงนั้นจะตั้งฉากกับคอร์ด

3. หลังดำเนินการตามแผนทุกแผนแล้ว ใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ที่แต่ละข้อแสดงถึงแต่ละมโนทัศน์ตามลำดับ เพื่อวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ เพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ แบบทดสอบทั้งสองผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน และวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วว่ามีข้อคำถามที่วัดได้ตรงตามมโนทัศน์และจุดประสงค์การเรียนรู้

4. ตรวจสอบแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แล้วให้คะแนนมโนทัศน์โดยมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนน คือ คำตอบที่ถูกข้อละ 1 คะแนน และคำตอบที่ผิดข้อละ 0 คะแนน ส่วนเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สังเคราะห์จากเกณฑ์ของ Angganapattarakajorn (2012); IPST (2012) และ Maensanguan (2013) เป็นดังตาราง 2

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	คำตอบถูกต้อง และมีการแสดงเหตุผลหรืออธิบาย ประกอบคำตอบหรือการพิสูจน์ โดยใช้สมบัติ บทนิยาม หรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลและสมบูรณ์
2 (ดี)	คำตอบถูกต้อง แต่มีการแสดงเหตุผลหรืออธิบาย ประกอบคำตอบหรือการพิสูจน์ โดยใช้สมบัติ บทนิยาม หรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลเพียงบางส่วน/คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีการแสดงเหตุผลหรืออธิบาย ประกอบคำตอบหรือการพิสูจน์ โดยใช้สมบัติ บทนิยาม หรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลและสมบูรณ์
1 (พอใช้)	คำตอบถูกต้อง แต่มีการแสดงเหตุผลหรืออธิบาย ประกอบคำตอบหรือการพิสูจน์ โดยใช้สมบัติ บทนิยาม ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์อย่างไม่สมเหตุสมผล หรือไม่มีการแสดงเหตุผล/คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีการแสดงเหตุผลหรืออธิบาย ประกอบคำตอบหรือการพิสูจน์ โดยใช้สมบัติ บทนิยาม ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลอยู่บางส่วน
0 (ต้องปรับปรุง)	คำตอบไม่ถูกต้อง และมีการแสดงเหตุผลหรืออธิบาย ประกอบคำตอบหรือการพิสูจน์ โดยใช้สมบัติ บทนิยาม หรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์อย่างไม่สมเหตุสมผล หรือไม่มีการแสดงเหตุผล หรือไม่มีร่องรอยการตอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เชิงปริมาณ เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์และคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการใช้สถิติทดสอบซี (Vanichbuncha, 2018)

2. เชิงคุณภาพ

2.1 ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แต่ละข้อ ซึ่งแสดงถึงมโนทัศน์ในข้อนั้นๆ มาจำแนกนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ตอบถูก และกลุ่มที่ตอบผิด แล้วนำเสนอข้อมูลในเชิงพรรณนาความ เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.2 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาจำแนกรูปแบบการตอบของนักเรียนเป็น 4 แบบ ตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำเสนอในเชิงพรรณนาความ เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์หมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคะแนนหมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับ เกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการใช้สถิติทดสอบซี ซึ่งมีผลปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนหมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	μ_0	$\bar{x}$	<i>s</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
คะแนนหมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	36	10	7	7.94	1.77	3.19*	0.001

* $p < 0.05$

จากตาราง 3 แสดงว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง วงกลม มีคะแนนหมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเป็น 7.94 คะแนน ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ นอกจากนี้ ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดหมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แต่ละข้อ ซึ่งแสดงถึงหมโนทัศน์ในข้อนั้นๆ มาจำแนกนักเรียน ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการจำแนกกลุ่มนักเรียนตามการตอบแบบทดสอบวัดหมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

หมโนทัศน์ที่	จำนวนนักเรียน (คน)		คะแนนรวม (36)	ร้อยละของคะแนน
	กลุ่มที่ตอบถูก	กลุ่มที่ตอบผิด		
1	32	4	32	88.89
2	27	9	27	75.00
3	30	6	30	83.33
4	25	11	25	69.44
5	30	6	30	83.33
6	32	4	32	88.89
7	31	5	31	86.11
8	25	11	25	69.44
9	26	10	26	72.22
10	28	8	28	77.78
คิดเป็นร้อยละ	79.17	20.83		

จากตาราง 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบวัดหมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 79.17 ทว่า มีหมโนทัศน์ที่นักเรียนตอบถูกน้อยกว่าร้อยละ 70 อยู่สองข้อ คือ หมโนทัศน์ที่ 4 และ 8 ที่มีจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 69.44

2. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการใช้สถิติทดสอบซี ซึ่งมีผลปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ_0	$\bar{x}$	s	z	p
คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	36	30	21	22.69	3.29	3.08*	0.001

* $p < 0.05$

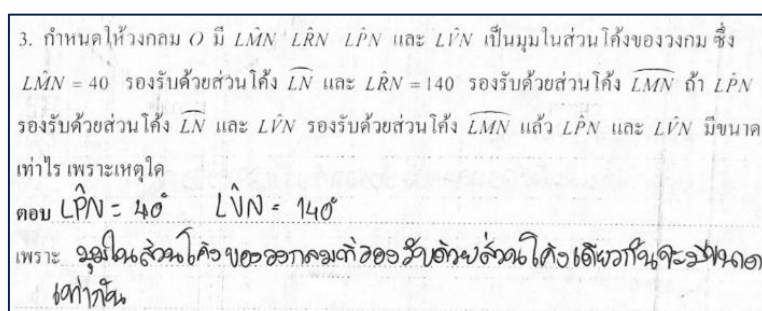
จากตาราง 5 แสดงว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง วงกลม มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเป็น 22.69 คะแนน ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาจำแนกรูปแบบการตอบของนักเรียน ตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย ดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการจำแนกรูปแบบการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ข้อที่	จำนวนนักเรียน (คน)				คะแนนรวม	ร้อยละของ
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง	(108)	คะแนน
1	24	10	1	1	93	86.11
2	18	7	11	0	79	73.15
3	14	16	4	2	78	72.22
4	11	17	8	0	75	69.44
5	19	11	5	1	84	77.78
6	24	8	3	1	91	84.26
7	21	10	5	0	88	81.48
8	12	15	8	1	74	68.52
9	11	19	6	0	77	71.30
10	15	13	7	1	78	72.22
คิดเป็นร้อยละ	46.94	35.00	16.11	1.94		

จากตาราง 6 พบว่า รูปแบบการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่พบส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 46.94 รองลงมาอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 35.00 ทว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย ในข้อที่ 4 และ 8 น้อยกว่าร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 69.44 และ 68.52 ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดและตัวอย่างการตอบแบบทดสอบของนักเรียนในแต่ละรูปแบบ ดังนี้

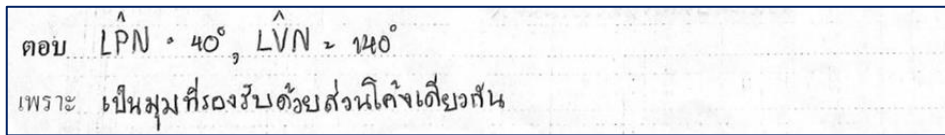
รูปแบบการตอบระดับดีมาก มีตัวอย่างการตอบของนักเรียน ดังภาพ 2



ภาพ 2 ตัวอย่างการตอบของนักเรียนที่จัดเป็นรูปแบบการตอบระดับดีมาก

จากภาพ 2 จะเห็นว่าคำตอบของนักเรียนคือ “ $\hat{LPN} = 40^\circ$ $\hat{LVN} = 140^\circ$ ” ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง และมีการแสดงเหตุผลประกอบว่า “มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันจะมีขนาดเท่ากัน” ซึ่งใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลและสมบูรณ์

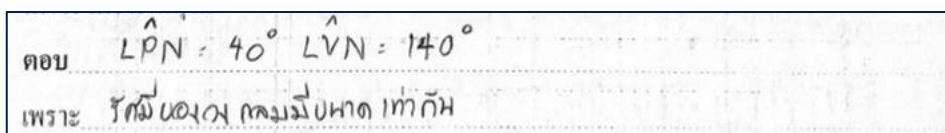
รูปแบบการตอบระดับดี มีตัวอย่างการตอบโจทย์ข้อเดียวกับภาพ 2 ดังภาพ 3



ภาพ 3 ตัวอย่างการตอบของนักเรียนที่จัดเป็นรูปแบบการตอบระดับดี

จากภาพ 3 จะเห็นว่าคำตอบของนักเรียนคือ “ $\hat{LPN} = 40^\circ$, $\hat{LVN} = 140^\circ$ ” ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง แต่นักเรียนแสดงเหตุผลประกอบว่า “เป็นมุมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน” ซึ่งเป็นการใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลเพียงบางส่วน เนื่องจากนักเรียนไม่ได้ระบุว่า “มุมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันนั้นเป็นมุมในส่วนโค้งของวงกลม”

รูปแบบการตอบระดับพอใช้ มีตัวอย่างการตอบโจทย์จากภาพ 2 ดังภาพ 4



ภาพ 4 ตัวอย่างการตอบของนักเรียนที่จัดเป็นรูปแบบการตอบระดับพอใช้

จากภาพ 4 จะเห็นว่าคำตอบของนักเรียนคือ “ $\hat{LPN} = 40^\circ$ $\hat{LVN} = 140^\circ$ ” ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง แต่นักเรียนแสดงเหตุผลประกอบว่า “รัศมีของวงกลมมีขนาดเท่ากัน” ซึ่งเป็นการใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์อย่างไม่สมเหตุสมผล

รูปแบบการตอบระดับต้องปรับปรุง มีตัวอย่างการตอบโจทย์ข้อเดียวกับภาพ 2 ดังภาพ 5



ภาพ 5 ตัวอย่างการตอบของนักเรียนที่จัดเป็นรูปแบบการตอบระดับต้องปรับปรุง

จากภาพ 5 จะเห็นว่าคำตอบของนักเรียนคือ “ 140° ” ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง และนักเรียนยังแสดงเหตุผลประกอบว่า “เป็นมุมเดียวกัน” ซึ่งเป็นการใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์อย่างไม่สมเหตุสมผล

อภิปรายผลการวิจัย

1. **มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม** หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง นักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์คณิตศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนามโนทัศน์คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม โดยนักเรียนได้อธิบายมโนทัศน์ที่เคยเรียนได้ผ่านการตอบคำถามระดับสูง เป็นการทบทวนความเข้าใจในมโนทัศน์เดิมของตน ในขณะที่การทำใบกิจกรรมด้วยตัวนักเรียนเอง ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงทำให้นักเรียนได้เปรียบเทียบและวิเคราะห์ตัวอย่างในใบกิจกรรมช่วยให้นักเรียนทราบถึงมโนทัศน์ย่อยจากตัวอย่างเหล่านั้น จากนั้นนักเรียนได้สรุปมโนทัศน์ที่สมบูรณ์หลังการใช้คำถามระดับสูงให้นักเรียนสังเคราะห์มโนทัศน์ย่อยที่พบ หลังจากที่ได้มโนทัศน์ที่สมบูรณ์แล้วนักเรียนได้ประยุกต์และเสริมความชำนาญในการใช้มโนทัศน์ผ่านการเขียนแสดงการแก้โจทย์ในรูปแบบฝึกหัดที่มี

ความซับซ้อนกว่าเดิม ซึ่งช่วยเสริมความเข้าใจที่ลึกซึ้งในมโนทัศน์นั้น สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของ Maknong (2015) ที่ว่า ความรู้คณิตศาสตร์ควรเกิดจากความเข้าใจ การเรียนรู้อย่างเข้าใจจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน และสามารถพัฒนาให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมากขึ้น พยายามให้นักเรียนทำกิจกรรม คิด สังเกต วิเคราะห์ อภิปราย หาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของนักเรียน และเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมอาจใช้คำถามที่ส่งเสริมกระบวนการคิด

ทั้งนี้ จากผลการวิจัย ยังพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ 4 และ 8 ได้เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 69.44 ซึ่งน้อยกว่าร้อยละ 70 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาในมโนทัศน์ที่ 4 และ 8 (ตาราง 1) น้อยกว่ามโนทัศน์อื่น โดยจากการวิเคราะห์ลักษณะการตอบแบบทดสอบของนักเรียนในข้อที่ 4 และ 8 และจากปัญหาที่ผู้วิจัยสังเกตเห็นระหว่างการจัดกิจกรรม แสดงให้เห็นว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนของมโนทัศน์ที่ 4 มาจากนักเรียนมีความรู้เท่าที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยม โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่ามุมประชิดของรูปสี่เหลี่ยมเป็นมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมนั้น สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนของมโนทัศน์ที่ 8 มีสาเหตุมาจากความเข้าใจว่าการใช้มโนทัศน์ที่ 8 เหมือนสมบัติที่ว่ามุมแย้งมีขนาดเท่ากัน ซึ่งจะเห็นว่าปัญหาทั้งหมดเกิดจากการที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเพียงบางส่วนแล้วสร้างความเชื่อให้แก่ตนเองจากการใช้มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ กระทั่งกลายเป็นความเคยชิน สร้างระบบความคิดที่ผิดเพี้ยน เกิดเป็นความเข้าใจที่ผิดว่ามโนทัศน์ที่ตนมีนั้นถูกต้อง ดังที่ Mestre (as cited in Ay, 2017) กล่าวว่า นักเรียนแต่ละคนมีระบบความคิดของตนที่ถูกใช้ในการทำความเข้าใจและการแสดงออกต่อสิ่งต่างๆ ซึ่งหากระบบความคิดนั้นผิดเพี้ยนไปก็จะเกิดเป็นมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง

อย่างไรก็ตาม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง วงกลม มีคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Comemuang (2019) ที่ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผลการวิจัยของ Natenimit (2015) ที่ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับรูปแบบการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ที่พบอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 46.94 เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ซึ่งแสดงให้เห็นผ่านการตอบคำถามในระหว่างเรียน และการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดต่างๆ โดยนักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมของตนเกี่ยวกับสมบัติ ทฤษฎีบท ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ในการอธิบายเหตุผลผ่านการตอบคำถามระดับสูงได้อย่างสมเหตุสมผลและสมบูรณ์ ทำให้นักเรียนได้อยู่ในบรรยากาศของการให้เหตุผล ในส่วนของการทำใบกิจกรรมนักเรียนได้ฝึกความสามารถในการให้เหตุผลผ่านการค้นหา สังเกตลักษณะร่วมอันเป็นมโนทัศน์ย่อยจากตัวอย่าง ซึ่งจากการใช้คำถามระดับสูงทำให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลประกอบการเปรียบเทียบ วิเคราะห์และสังเคราะห์มโนทัศน์ย่อย กระทั่งสามารถสรุปเป็นมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ ทั้งยังได้คาดการณ์การพิสูจน์และอธิบายการพิสูจน์ของตน สุดท้ายนักเรียนได้นำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้เป็นเหตุผลประกอบการทำโจทย์ในแบบฝึกหัด ช่วยเสริมความชำนาญในการให้เหตุผลของนักเรียน ซึ่งในการทำโจทย์นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลและสมบูรณ์ สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ Angsanapattarakajorn (2012) ที่ว่า ควรเริ่มจากการส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล จากบรรยากาศที่สนับสนุน ส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ และสอดคล้องกับ Lappan and Scharn (as cited in Maensanguan, 2013) ที่ว่า ในการพัฒนาทักษะการคิดและการให้เหตุผล ควรมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น ค้นหา คาดการณ์วิธีพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผล

ของแนวคิดโดยอธิบายแบบรูป แสดงด้วยภาพ หรือแบบจำลอง และตอบคำถามต่างๆ การสร้างข้อความคาดการณ์ การกำหนดแบบจำลอง และการอธิบาย

ทั้งนี้ จากผลการวิจัย ยังพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 4 และ 8 น้อยกว่าร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 69.44 และ 68.52 ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละข้อต้องใช้นวัตกรรมที่ 4 และ 8 (ตาราง 1) ประกอบการเขียนแสดงเหตุผล ทว่าจากที่นักเรียนมีความเข้าใจในการใช้นวัตกรรมที่ 4 และ 8 ที่ไม่ถูกต้องอยู่แล้ว ส่งผลโดยตรงให้นักเรียนใช้นวัตกรรมที่ 4 และ 8 ประกอบการการให้เหตุผลอย่างไม่ถูกต้องและไม่สมเหตุสมผล ดังที่ Battista (2017) กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นโครงสร้างพื้นฐานของการให้เหตุผล เราให้เหตุผลโดยการจัดการ ไตร่ตรอง และเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เราเข้าใจ

อย่างไรก็ตาม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง วงกลม มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Singmahachai (2018) ที่ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย เรื่อง ลำดับ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผลการวิจัยของ Natenimit (2015) ที่ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงมีขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้พิสูจน์มโนทัศน์ที่ตนสรุปได้ หากทำให้การพิสูจน์นี้มีความน่าสนใจหรือง่ายขึ้นได้ จะทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ราบรื่นขึ้น

1.2 ในการสอนเรื่องวงกลม ครูควรตรวจสอบความรู้เก่าของนักเรียนให้ละเอียด เพื่อไม่ให้เป็นปัญหาในการเรียนการสอน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงประเภทอื่นๆ เช่น คำถามให้จำแนกประเภท คำถามให้ยกตัวอย่าง คำถามให้ประเมินค่า เป็นต้น เพื่อเพิ่มความหลากหลายของคำถาม

2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ หลังใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เช่น มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียน ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 หรือความสามารถที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของนักเรียนในปัจจุบัน เป็นต้น

References

- Angganapattarakajorn, V. (2012). *Knowledge for mathematics teachers: Curriculum, instruction and research*. Bangkok: Jaransanitwong Publication. [in Thai]
- Ay, Y. (2017). A review of research on the misconceptions in Mathematics education. In M. Shelley, & M. Pehlivan (Eds.), *Education Research Highlights in Mathematics, Science and Technology* (pp. 21-31). Iowa: ISRES Publishing.
- Battista, M. T. (2017). Mathematical reasoning and sense making. In M. T. Battista, J. M. Baek, K. Cramer, & M. Blanton (Eds.), *Reasoning and Sense Making in the Mathematics Classroom: Grades 3–5*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Cheausuwantavee, C. (2018). *Mathematics instruction*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Comemuang, U. (2019). *The effects of inductive learning activity on mathematical concepts and mathematical reasoning ability of relation on pythagoras theorem of mathayomsuksa 2 students* (Master thesis). Maha Sarakham: Mahasarakham University. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2012). *Mathematical skills and processes* (3rd ed.). Bangkok: 3Q Media. [in Thai]
- Maensanguan, S. (2013). *Teaching behavior in mathematics 2* (2nd ed.). Bangkok: Ramkhamhaeng University Press. [in Thai]
- Makanong, A. (2011). *Skills and mathematical processes development for development* (2nd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Makanong, A. (2015). *Mathematics for secondary teachers* (2nd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Ministry of Education. (2017). *Indicators and subjects of learning the core Mathematics learning group (Revised version 2017) according to the core curriculum of basic education, B.E. 2551*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand. [in Thai]
- Natenimit, D. (2015). *Effects of instructional inquiry model (5Es) and high-order questions on mathematical reasoning ability and mathematical concepts of function of mathayomsuksa four students* (Master thesis). Chonburi: Burapha University. [in Thai]
- Ryan, T. P. (2013). *Sample size determination and power*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Singmahachai, Y. (2018). *The effects of inductive and deductive learning management on mathematical reasoning ability and learning achievement in sequences of mathayomsuksa 5 students* (Master thesis). Chonburi: Burapha University. [in Thai]
- Vanichbuncha, K. (2018). *Statistics for research* (12th ed.). Bangkok: Samlada. [in Thai]
- Worakham, P. (2016). *Educational research* (8th ed.). Maha Sarakham: Taksila Printing. [in Thai]
- Yamsang, N. (2013). *Teaching behavior in mathematics 1* (2nd ed.). Bangkok: Ramkhamhaeng University Press. [in Thai]