

การพัฒนาชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล  
ทางคณิตศาสตร์ ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL INVESTIGATION ACTIVITIES  
THAT PROMOTE THE MATHEMATICAL REASONING ABILITY OF PRESERVICE  
MATHEMATICS TEACHERS

Received: December 25, 2020

Revised: January 26, 2021

Accepted: February 16, 2021

จินดิษฐ์ ละออปักสิน<sup>1\*</sup>Jinnadit Laorpaksin<sup>1\*</sup><sup>\*</sup>Corresponding Author, E-mail: Jinnadit.L@chula.ac.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพ 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมฯ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมฯ กลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2562 ซึ่งเป็นนิสิตชั้นปีที่ 2 3 และ 4 รวม 12 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ 1) ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 กิจกรรม ใช้เวลารวม 18 ชั่วโมง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างเรียน จำนวน 2 ฉบับ 2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน จำนวน 1 ฉบับ และ 3) แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับ ชุดกิจกรรมฯ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า

1. ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.19/86.11 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75
2. คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 86.11 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
3. ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ นิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ มีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี

**คำสำคัญ:** กิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

<sup>1</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## Abstract

The purposes of this research were: 1) to develop effectively the mathematical investigation activities that promote the mathematical reasoning ability of preservice mathematics teachers 2) to study the mathematical reasoning ability of preservice mathematics teachers after using these activities by comparing with criteria score of 75% and 3) to study the opinions of preservice mathematics teachers about the mathematical investigation activities after using these activities. The samples were 12 students from the second-year, the third-year, and the fourth-year of preservice mathematics teachers, Faculty of Education, Chulalongkorn University in the second semester of academic year 2019. The research instruments of this study consisted of experimental instrument and data collection instruments. The experimental instrument included six mathematical investigation activities that promote the mathematical reasoning ability of preservice mathematics teachers for a total of 18 hours. The data collection instruments were: 1) the two mathematical reasoning ability tests to assess during doing activity 2) the one mathematical reasoning ability test to assess after activity and 3) the questionnaire about the mathematical investigation activities. The statistics used for analyzing the collected data were mean, percentage, standard deviation, and t-test. The results of the research were as follows:

1. The effectiveness of the mathematical investigation activities was 85.19/86.11 which according to the criterion of 75/75.
2. The score of mathematical reasoning ability of preservice mathematics teachers after using the mathematical investigation activities was 86.11% which is higher than the criterion score of 75% at .05 level of significance.
3. An opinion of preservice mathematics teachers after using the mathematical investigation activities was at good level.

**Keyword:** Mathematical investigation activities, Mathematical reasoning ability

## บทนำ

การให้เหตุผลเป็นกระบวนการที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้ โดยนับว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ (Baroody, 1993m pp. 2-25) เพราะความสามารถในการให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยให้เข้าใจคณิตศาสตร์ (NCTM, 2000: 56, Russell, 1999, p. 1) ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความมั่นใจเชื่อว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผลที่ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้ สามารถที่จะค้นพบสิ่งใหม่ๆ ได้ด้วยตนเอง (สสวท, 2547, หน้า 3) และการฝึกการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักว่า ความรู้ และทุกสิ่งทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สมเหตุสมผล (Greenwood, 1993) โดยทั่วไปแล้วแม้ว่าการศึกษาคณิตศาสตร์ จะจำแนกประเภทของการให้เหตุผล

ทางคณิตศาสตร์ไว้ไม่เหมือนกันทั้งหมด (O' Daffer, 1990, pp. 378-380, Baroody, 1993, pp. 2-61, Cooney and other, 1999, pp. 8-10, Stiggins. อ้างถึงใน สสวท, 2547, หน้า 6-7; สสวท, 2555, หน้า 41-45) แต่โดยภาพรวมแล้ว การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) และการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) โดยการให้เหตุผลแต่ละประเภทมีความหมายและวิธีการแตกต่างกัน กล่าวคือ การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการสังเกตหรือทดลองกรณีเฉพาะหลายๆ ตัวอย่าง เพื่อค้นหาแบบรูป หรือสร้างข้อคาดการณ์ แล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป แต่ยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นจริง หรือหาข้อขัดแย้งได้ ส่วนการให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการให้เหตุผลที่เป็นตรรกะ โดยใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน คือ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบท เพื่ออ้างอิงจากสิ่งที่สมมติว่าเป็นจริง ไปสู่ข้อสรุปใหม่ซึ่งเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป โดยมีผลสรุปของกรณีเฉพาะสอดคล้องกับกฎเกณฑ์ที่เป็นจริงเสมอ

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (1989, p. 81) (NCTM: The National Council of Teachers of Mathematics) ได้ระบุเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การสร้างข้อความคาดการณ์ และการตรวจสอบข้อความคาดการณ์อย่างสมเหตุสมผล เป็นพฤติกรรมที่จำเป็นในการทำงานทางคณิตศาสตร์ แต่ในปัจจุบันการเสริมสร้างทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร และยังเป็นไปอย่างแยกส่วน กล่าวคือ ขาดความเชื่อมโยงอย่างต่อเนื่องระหว่างการให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย อันเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนขาดโอกาสในการเห็นถึงบทบาทของการให้เหตุผลทั้งสองที่มีต่อการสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือข้อค้นพบใหม่ โดยกระบวนการหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้มีประสบการณ์ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งแบบอุปนัยและนิรนัยแบบครบวงจรก็คือ การสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Investigation) ซึ่งมีขั้นตอนเริ่มด้วยให้ผู้เรียนได้ตั้งปัญหาเพื่อสำรวจสถานการณ์ และสร้างเป็นข้อความคาดการณ์จากสิ่งที่สังเกตด้วยตนเอง แล้วจึงพิสูจน์ข้อความคาดการณ์ เพื่อวางนัยทั่วไป (Jaworski, 1994) กระบวนการนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์สถานการณ์ ให้เหตุผลในสิ่งที่คิด และพิสูจน์ข้อสรุปของตนเอง (Diezmann, Watters, and English, 2001) ซึ่งในการนำแนวคิดการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้สามารถนำได้หลายแนวทาง หนึ่งในนั้นคือ การพัฒนาเป็นชุดกิจกรรม เพราะชุดกิจกรรมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสอน สร้างความสนใจสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองได้

จากเหตุที่ได้กล่าวมาข้างต้น กอปรกับการเห็นความสำคัญของการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะกับนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ ซึ่งหากสามารถพัฒนาทักษะนี้ของนิสิตครูให้เพิ่มขึ้นได้ ก็จะมีผลต่อการนำไปพัฒนาทักษะการให้เหตุผล ซึ่งเป็นทักษะย่อยของทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนต่อไป ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลและนวัตกรรมที่ได้มาใช้ในการพัฒนากิจกรรมเสริมสำหรับนิสิต เพื่อให้บัณฑิตเหล่านั้นได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนเห็นความสำคัญของการให้เหตุผล มีความเข้าใจ และได้แนวคิดในการนำรูปแบบกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการประกอบวิชาชีพครูต่อไปในอนาคต

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์

## สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
3. ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ นิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ มีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี

## ขอบเขตของการวิจัย

### 1. ตัวแปรที่ศึกษา

1.1 ตัวแปรอิสระ คือ การใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

### 2. ประชากร นิสิตนักศึกษาครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ ในสถาบันการผลิตครู

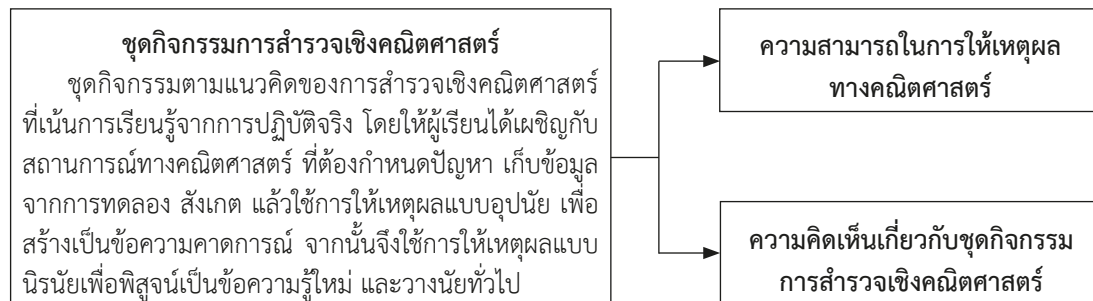
3. กลุ่มตัวอย่าง นิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาค การศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2562 ชั้นปีที่ 2 3 และ 4 รวม 12 คน ซึ่งได้มาจากการอาสาสมัคร

4. เนื้อหาและเวลาที่ใช้ในการวิจัย ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีจำนวน 6 กิจกรรม ได้แก่ 1) ฉบับ 2) เฟลโต อาร์คิมิดีส และออยเลอร์ 3) ปูกระเบื้องแบบพิเศษ 4) กิ่งก่าเปลี่ยนสี 5) กบกระโดด และ 6) เดินๆ ถอยๆ แต่ละกิจกรรมใช้เวลา 3 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง มีเนื้อหาในกิจกรรมครอบคลุมสาระ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น

## กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการออกแบบและสร้างชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ให้มีลักษณะเป็นไปตามกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ การศึกษากรณีเฉพาะ การสร้างข้อความคาดการณ์ การพิสูจน์ให้เหตุผล และการวางนัยทั่วไป (Mason et al, 2011, Yeo and Yeap, 2009) ซึ่งสอดคล้องกับการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ในฐานะที่เป็นกระบวนการ (Yeo and Yeap, 2009) และเกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัย

และนิรนัย โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดเกี่ยวกับการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ของ Frobisher (1994) และกระบวนการทางพุทธิปัญญาในการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ของ Yeo (2013) มาปรับปรุงให้มีความกระชับและเหมาะสมกับบริบทในชั้นเรียนมากขึ้น โดยสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## นิยามศัพท์เฉพาะ

**การสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Investigation)** หมายถึง กระบวนการสำรวจสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หรือโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการตั้งปัญหา การสังเกต การสำรวจ เพื่อสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วพิสูจน์หรือให้เหตุผลสนับสนุนข้อความคาดการณ์นั้นๆ โดยวางนัยทั่วไปเป็นกฎหรือหลักการ โดยการจัดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ในที่นี้ ปรับปรุงจากแนวคิดของ Frobisher (1994) และ Yeo (2013) แบ่งออกเป็น 3 ระยะ โดยระยะที่ 2 แบ่งย่อยเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ระยะที่ 1 เป็นระยะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และตั้งปัญหาเพื่อกำหนดเป้าหมายในการสำรวจ

ระยะที่ 2 ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสำรวจปัญหาเพื่อเก็บข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาสังเกต เพื่อค้นหาแบบรูปและสร้างเป็นข้อความคาดการณ์

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการแสดงผลเพื่อตรวจสอบข้อความคาดการณ์ และวางนัยทั่วไป

ระยะที่ 3 เป็นระยะของการทบทวนตรวจสอบและขยายความคิด

**ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์** หมายถึง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดของการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ เน้นการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง โดยให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องกำหนดปัญหา เก็บข้อมูลจากการทดลอง สังเกต แล้วใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยเพื่อสร้างเป็นข้อความคาดการณ์ จากนั้น จึงใช้การให้เหตุผลแบบนิรนัยเพื่อพิสูจน์เป็นข้อความรู้ใหม่ และวางนัยทั่วไป ตามหลักการสำคัญ 4 ข้อ คือ การศึกษากรณีเฉพาะ การสร้างข้อความคาดการณ์ การพิสูจน์ให้เหตุผล และการวางนัยทั่วไป (Yeo and Yeap, 2009) ประกอบด้วย 6 กิจกรรม ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมทั้งสาระจำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น แต่ละกิจกรรมประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ข้อมูลเบื้องต้นของกิจกรรม เนื้อหากิจกรรม สื่อประกอบการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ และการวัดและประเมินผล

**ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลในสามด้าน คือ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ และการยืนยันข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

**ความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์** หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรม โดยแบ่งประเด็นเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ด้านการจัดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ และด้านความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับ โดยหากมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบสอบถามความคิดเห็นตั้งแต่ 3.5 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 5 จะถือว่ามีความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยเริ่มต้นโดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ออกแบบการวิจัย กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง สร้างชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล นำชุดกิจกรรมเสนอผู้ทรงคุณวุฒิและนำผลการประเมินคุณภาพมาปรับปรุงชุดกิจกรรม (D1) ตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (R1) นำผลที่ได้มาปรับปรุง (D2) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง (R2) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และนำผลการวิเคราะห์ ข้อสังเกต ปัญหา อุปสรรคที่พบ และความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมมาปรับปรุงชุดกิจกรรมให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยภายหลังจากที่ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านต่างๆ แล้ว ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

### กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในงานวิจัยนี้ คือ นิสิตนักศึกษาครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ ในสถาบันการผลิตครู ซึ่งใช้หลักสูตรที่อยู่ภายใต้กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2552 และมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาครุศาสตร์และสาขาศึกษาสาตร์ (หลักสูตรห้าปี) เดียวกัน ประชากรจึงมีคุณภาพและมีมาตรฐานผลการเรียนรู้ไม่ต่ำไปกว่าเกณฑ์เดียวกัน กลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2562 ชั้นปีที่ 2 3 และ 4 จำนวน 12 คน ผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการแบบอาสาสมัคร เริ่มต้นด้วยการดำเนินการประชาสัมพันธ์ อธิบายถึงรายละเอียดของกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมชี้แจงว่ากิจกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อการศึกษาในหลักสูตรฯ และข้อมูลเชิงบุคคลที่ได้จะถูกเก็บเป็นความลับ เพื่อรับสมัครกลุ่มตัวอย่างตามความสมัครใจ

### พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเครื่องมือแต่ละประเภทยังมีรายละเอียดและขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

### เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 กิจกรรม แต่ละกิจกรรมใช้เวลา 3 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง เนื้อหาใน



กิจกรรมครอบคลุมสาระจำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น โดยแต่ละกิจกรรมมีรายละเอียดภาพรวมเนื้อหาและลักษณะกิจกรรมเบื้องต้น ดังนี้

1) ฉับ : เป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการตัดกระดาษตามแบบและเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ จนสามารถกำหนดประเด็นว่าเกี่ยวข้องกับการพับแล้วตัดรูปหลายเหลี่ยมใดๆ จากนั้นจึงสำรวจ เก็บข้อมูล จนสร้างข้อความคาดการณ์เกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการพับแล้วตัดรูปสามเหลี่ยม ออกจากกระดาษให้ได้ในครั้งเดียว แล้วจึงพิสูจน์ข้อความคาดการณ์และวางนัยทั่วไป

2) เฟลโต อาร์คิมิดีส และออยเลอร์ : เป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ในการสำรวจลักษณะและองค์ประกอบสำคัญของทรงตันเฟลโต ทั้งที่เป็นโมเดลรูปธรรม และการนิภาพ เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ จนสามารถกำหนดประเด็นว่าเกี่ยวข้องกับการหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจุดยอด (V) จำนวนหน้า (F) และจำนวนเส้นขอบหรือสัน (E) ของทรงตัน จากนั้นจึงสำรวจ เก็บข้อมูล จนสร้างข้อความคาดการณ์เกี่ยวกับความสัมพันธ์นั้น แล้วจึงพิสูจน์ข้อความคาดการณ์และวางนัยทั่วไป

3) ปูกระเบื้องแบบพิเศษ : เป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ในการสำรวจลักษณะความเป็นไปได้ในการปูกระเบื้อง Trominoes บนพื้นขนาด  $n \times n$  โดยให้เหลือช่องว่างไว้หนึ่งช่องตามที่กำหนด สำหรับเจาะทำช่องระบายน้ำ เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ จนสามารถกำหนดประเด็นว่าเกี่ยวข้องกับความสามารถในการดำเนินการได้และไม่ได้ที่แตกต่างกันไปในแต่ละขนาดของพื้นที่ จากนั้นจึงสำรวจ เก็บข้อมูล จนสร้างข้อความคาดการณ์เกี่ยวกับการดำเนินการได้และไม่ได้นั้น แล้วจึงพิสูจน์ข้อความคาดการณ์และวางนัยทั่วไป

4) กิ่งก่าเปลี่ยนสี : เป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ในการแก้ปัญหาตามโจทย์เกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนเป็นสีเดียวกันทั้งหมดของกิ่งก่าบนเกาะร้างแห่งหนึ่ง ภายใต้กติกาที่กำหนดเพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ จนสามารถกำหนดประเด็นว่าเกี่ยวข้องกับจำนวนกิ่งก่าแต่ละสีในตอนเริ่มต้น จากนั้นจึงสำรวจ เก็บข้อมูล จนสร้างข้อความคาดการณ์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของจำนวนกิ่งก่าแต่ละสีและความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนเป็นสีเดียวกัน แล้วจึงพิสูจน์ข้อความคาดการณ์และวางนัยทั่วไป

5) กบกระโดด : เป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ในการเล่นเกมกบกระโดด ซึ่งเป็นเกมกระดานที่มีช่องว่างแนวนอน 11 ช่อง มีเบี้ยสองสีวางฝั่งละ 5 ตัว แล้วเดินเบี้ยตามกติกาให้เบี้ยมาอยู่ในลักษณะเดิม แต่สลับสีกันทั้งหมดเพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ จนสามารถกำหนดประเด็นว่าเกี่ยวข้องกับขนาดกระดานและจำนวนครั้งของการเดินที่น้อยที่สุด จากนั้นจึงสำรวจ เก็บข้อมูล จนสร้างข้อความคาดการณ์เกี่ยวกับจำนวนอย่างน้อยของการเดินที่ทำให้เกมจบ แล้วจึงพิสูจน์ข้อความคาดการณ์และวางนัยทั่วไป

6) เดินๆ ถอยๆ : เป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการเล่นเกมกระดาน ที่มีช่องรูปสี่เหลี่ยมเรียงตัวตามแนวนอน โดยผู้เล่นจะเลือกช่องคำตอบของตน ก่อนที่จะสุ่มโยนเหรียญตามจำนวนครั้งที่กำหนด แล้วดูว่าเบี้ยจะตกในช่องที่เลือกไว้หรือไม่เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ จนสามารถกำหนดประเด็นว่าเกี่ยวข้องกับโอกาสในการชนะในเกมว่ามีมากน้อยอย่างไร จากนั้นจึงสำรวจ เก็บข้อมูล จนสร้างข้อความคาดการณ์เกี่ยวกับขนาดของกระดานกับโอกาสที่เบี้ยจะตกในแต่ละช่องคำตอบ แล้วจึงพิสูจน์ข้อความคาดการณ์และวางนัยทั่วไป

ในการพัฒนาชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและจัดทำชุดกิจกรรม ให้สอดคล้องกับลักษณะผู้เรียน และวัตถุประสงค์
2. นำชุดกิจกรรมที่ได้ เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ประเมิน โดยผลการประเมินพบว่ากิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของชุดกิจกรรมในทุกกิจกรรม (ค่าเฉลี่ย IOC เป็น 1 ในทุกกิจกรรม) และการดำเนินกิจกรรมมีความสอดคล้องกับกระบวนการการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ในทุกกิจกรรม (ค่าเฉลี่ย IOC เป็น 1 ในทุกกิจกรรม)

## เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 3 ประเภท คือ

1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างเรียน จำนวน 2 ฉบับ แต่ละฉบับมีจำนวน 2 ข้อ คะแนนรวม 18 คะแนน โดยคะแนนที่ได้จะใช้ประเมินประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมตามเกณฑ์ 75/75 ในส่วนกระบวนการเรียนรู้

2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 3 ข้อ คะแนนรวม 27 คะแนน โดยคะแนนที่ได้จะใช้ประเมินประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมตามเกณฑ์ 75/75 ในส่วนผลการเรียนรู้ และประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สำหรับแบบวัดทั้ง 3 ฉบับ เป็นแบบวัดแบบอัตนัย มีข้อคำถามซึ่งเป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่เปิดโอกาสให้เกิดการทดลองเพื่อเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การค้นหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ และการยืนยันข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีด 4 ระดับ ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีด ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ระดับ คะแนน	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	การค้นหาข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์	การยืนยันข้อสรุป อย่างสมเหตุสมผล
3 ดีมาก	วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ อย่างชัดเจน กำหนดแนวทางและ ทดลองเพื่อเก็บข้อมูล บันทึกผล กำหนดตัวแปรสำคัญ อธิบาย ความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้นได้ อย่างถูกต้องและครบถ้วน	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจใน ปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง โดยสร้าง ข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ ได้อย่างถูกต้อง ครอบคลุมกับ สภาพปัญหา	ยืนยันข้อสรุป/ ข้อความ คาดการณ์ได้ชัดเจน โดยแสดงวิธี การยืนยันได้อย่างสมเหตุสมผล มี การอ้างอิงที่ถูกต้อง
2 ดี	วิเคราะห์และระบุความสัมพันธ์ ของข้อมูลได้ แต่ยังไม่ชัดเจน กำหนดแนวทางและทดลองเพื่อ เก็บข้อมูล บันทึกผล แต่กำหนด ตัวแปร หรืออธิบายความสัมพันธ์ ของตัวแปร ถูกต้องเพียง 2 ใน 3	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจใน ปัญหา โดยสร้างข้อสรุป หรือ ข้อความคาดการณ์ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังขาดความครบถ้วน หรือมี ข้อบกพร่องบางประการ	ยืนยันข้อสรุป/ ข้อความ คาดการณ์ได้ โดยแสดงสาระ สำคัญของวิธีการได้ แต่ยังไม่ ครบถ้วน อ้างอิงถูกต้องบางส่วน มีข้อบกพร่องบางประการ หรือ เหตุผลที่ใช้ไม่รัดกุมเพียงพอ



**ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีค ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)**

ระดับ คะแนน	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	การค้นหาข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์	การยืนยันข้อสรุป อย่างสมเหตุสมผล
1	วิเคราะห์/ระบุความสัมพันธ์ของ ข้อมูลไม่ชัดเจน กำหนดแนวทาง และทดลอง เพื่อเก็บข้อมูล บันทึกผล แต่ยังกำหนดตัวแปร อธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร ถูกต้องเพียง 1 ใน 3	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจใน ปัญหาบ้าง โดยสร้างข้อสรุป หรือ ข้อความคาดการณ์ที่สอดคล้อง กับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง แต่ ไม่เป็นจริงในกรณีทั่วไป	ยืนยันข้อสรุป/ข้อความคาดการณ์ ได้บ้าง โดยแสดงเหตุผลเฉพาะ บางกรณี ไม่ใช่กรณีทั่วไป หรือ แสดงเหตุผลบกพร่อง ไม่ชัดเจน อ้างอิงไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี
0	ไม่สามารถวิเคราะห์/ระบุ ความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ ต้องแก้ไข ไม่สามารถกำหนดตัวแปรหรือ อธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรได้	แสดงให้เห็นถึงความไม่เข้าใจ ในปัญหา โดยไม่สามารถสร้าง ข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ได้	ไม่สามารถยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้ หรือไม่แสดงความคิดเห็นใดๆ

3) แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบสอบถามที่ให้แสดงระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ใช้วัดภายหลังการใช้ชุดกิจกรรม แบ่งประเด็นคำถามเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ด้านการจัดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ และด้านความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับ มีจำนวนคำถามรวม 24 ข้อ โดยหากมีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.5 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 5 จะถือว่ามีความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี

ในการพัฒนาแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างเรียน และฉบับหลังเรียน ภายหลังจากที่ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้ว ผู้วิจัยกำหนดกรอบการสร้างและสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างเรียน จำนวน 2 ฉบับ (จำนวนฉบับละ 3 ข้อ เพื่อคัดเลือกเหลือฉบับละ 2 ข้อ) และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน จำนวน 1 ฉบับ (จำนวน 4 ข้อ เพื่อคัดเลือกเหลือ 3 ข้อ) พร้อมสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวัดแบบรูปรีค 4 ระดับ จากนั้นนำแบบวัดทั้งสามฉบับไปตรวจสอบคุณภาพ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินพบว่า ข้อคำถามทุกข้อในแบบวัดทั้งสามฉบับ มีความสอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ค่าเฉลี่ย IOC เป็น 1 ในทุกข้อ) หลังจากปรับปรุงแบบวัดทั้ง 3 ฉบับ ตามคำแนะนำแล้ว ผู้วิจัยได้นำแบบวัดไปทดลองใช้กับนิสิตที่อยู่ในกลุ่มประชากรแต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 11 คน พบว่าแบบวัดมีความเที่ยงผ่านเกณฑ์ 0.6 และข้อสอบทุกข้อมีค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จึงคัดเลือกข้อสอบโดยพิจารณาจากการกระจายของเนื้อหา ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) มาสร้างเป็นแบบวัดที่พร้อมนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีผลการหาคุณภาพดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงสรุปผลการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คุณภาพแบบวัด	แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		
	ฉบับระหว่างเรียน ฉบับที่ 1	ฉบับระหว่างเรียน ฉบับที่ 2	ฉบับหลังเรียน
ความเที่ยง	0.718	0.645	0.778
ความยาก (P)	0.556 - 0.733	0.557 - 0.667	0.482 - 0.778
อำนาจจำแนก (r)	0.444 - 0.533	0.557 - 0.667	- 0.889

ในส่วนการพัฒนาแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมฯ ภายหลังศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้ว ผู้วิจัยกำหนดกรอบการสร้างและสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพ ผลการประเมินพบว่าข้อคำถามทุกข้อจาก 3 ด้าน มีความสอดคล้องกับความหมายของ “ความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์” โดยทุกข้อมีค่าเฉลี่ย IOC 0.67 - 1

#### การทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก

ภายหลังที่นำผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ มาปรับปรุงชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยได้นำชุดกิจกรรมไปตรวจสอบคุณภาพกับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ซึ่งเป็นนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 5 คน ที่ได้มาจากการอาสาสมัคร โดยใช้ชุดกิจกรรมครบทั้ง 6 กิจกรรม เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเวลาในการปฏิบัติกิจกรรม ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินกิจกรรม การปฏิบัติกิจกรรม และข้อจำกัดอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการนำชุดกิจกรรมไปใช้จริง ผลการประเมินเชิงปริมาณพบว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรมมากกว่าร้อยละ 80 ในทุกกิจกรรม ผลการประเมินเชิงคุณภาพพบประเด็นที่น่าสนใจที่จะปรับปรุงเมื่อนำชุดกิจกรรมไปใช้จริง 3 ประเด็น คือ เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม ความซับซ้อนของเนื้อหาในบางกิจกรรม และกระบวนการกลุ่มในการปฏิบัติกิจกรรม

#### ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ดำเนินการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์
2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 6 กิจกรรม กิจกรรมละ 3 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง รวมระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยระหว่างทดลองในแต่ละกิจกรรมจะมีการบันทึกผลการทำกิจกรรมในแบบรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรม และหลังกิจกรรมที่ 2 จะให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างเรียน ฉบับที่ 1 ใช้เวลา 60 นาที และหลังกิจกรรมที่ 4 จะให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างเรียน ฉบับที่ 2 ใช้เวลา 60 นาที
3. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ครบ 6 กิจกรรมแล้ว จะให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน ใช้เวลา 90 นาที และสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ด้วยแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ใช้เวลา 15 นาที
4. นำข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมได้ มาวิเคราะห์ และสรุปผลต่อไป

## ผลการวิจัย

ผลการวิจัยนำเสนอเป็น 3 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ เทียบกับเกณฑ์ 75/75 แสดงดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เทียบกับเกณฑ์ 75/75**

ประสิทธิภาพ	แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	คะแนน (เต็ม)	คะแนนรวม (เต็ม)	ค่าประสิทธิภาพ
ในส่วนกระบวนการ	ฉบับระหว่างเรียน ฉบับที่ 1	189 (216)	368 (432)	85.19
	ฉบับระหว่างเรียน ฉบับที่ 2	179 (216)		
ในส่วนผลการใช้	ฉบับหลังเรียน	279 (324)	279 (324)	86.11

จากผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพในส่วนกระบวนการ (ร้อยละ 85.19) และมีประสิทธิภาพส่วนผลการใช้ (ร้อยละ 86.11) นั่นคือ ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

**ตอนที่ 2** ผลการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 แสดงดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 75**

ตัวแปร	จำนวนตัวอย่าง	คะแนนรวม (เต็ม)	คะแนนเฉลี่ย (เต็ม)	ร้อยละ (เต็ม)	S	t	p
คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	12	279 (324)	23.25 (27)	86.11 (100)	2.30	4.52	0.0004

จากผลการศึกษาพบว่า คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 86.11 สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นั่นคือ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

**ตอนที่ 3** ผลการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ของนิสิตฝึกหัดครูวิชาเอกคณิตศาสตร์ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบระดับความคิดเห็นเฉลี่ย ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรม เทียบกับคะแนนเฉลี่ย 3.5

ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็นเฉลี่ย	แปลผล
ด้านชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์	4.56	ผ่านเกณฑ์
ด้านการจัดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์	4.55	ผ่านเกณฑ์
ด้านความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับ	4.51	ผ่านเกณฑ์
รวม	4.54	ผ่านเกณฑ์

จากผลการศึกษาพบว่า ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ นิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ มีคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์อยู่ที่ 4.54 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 นั่นคือ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ นิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ มีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยผู้วิจัยอภิปรายผลจำแนกตามรายด้าน ดังนี้ 1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม 2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ 3. ความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรม ได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

การใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์จึงมีประสิทธิภาพ 85.19/86.11 ผ่านเกณฑ์ 75/75 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ที่เป็นเช่นนี้สามารถอธิบายได้ ดังนี้

1.1 ในการพัฒนาชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น มีกระบวนการที่เป็นไปตามระบบอย่างมีลำดับขั้นตอน ในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยเริ่มต้นตั้งแต่การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ จากนั้นจึงคัดสรรเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม น่าสนใจ สอดคล้องกับช่วงวัย และพื้นฐานความรู้ของนิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ มาพัฒนาเป็นชุดกิจกรรม ซึ่งมีลักษณะเฉพาะที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการสืบสอบ ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง และสนับสนุนการใช้ทักษะการให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัย ตลอดจนพัฒนาเอกสารประกอบการทำกิจกรรม และแบบรายงานผลการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อสนับสนุนการทำกิจกรรม จากนั้นจึงนำเสนอชุดกิจกรรมต่อผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์ศึกษา แล้วนำผลการประเมินคุณภาพที่ได้ในประเด็นต่างๆ จากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงชุดกิจกรรมให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ก่อนนำชุดกิจกรรมที่ปรับปรุงไปทดลองในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก เพื่อพิจารณาปัญหาและอุปสรรค ที่อาจเกิดขึ้นจากการนำชุดกิจกรรมไปใช้จริง แล้วจึงนำผลที่ได้มาปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์พร้อมก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เทียบกับเกณฑ์ 75/75 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมที่มุ่งพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะพิสัย (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) และสอดคล้องตามหลักการของ รัตนะ บัวสนธิ์ (2562) ที่ระบุว่าเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพ 75/75 เหมาะสมกับนวัตกรรมการศึกษาที่มุ่งแก้ไขปัญหา หรือพัฒนา

ความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อนหรือมีเนื้อหาค่อนข้างยาก การดำเนินการพัฒนาชุดกิจกรรมอย่างมีระบบเป็นลำดับขั้นตอน จึงน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ 75/75 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ อติศร ลิประเสริฐ และพงศ์ศรีคม์ เฟื่องฟู (2559) และวันทนี บุญสุวรรณ (2563) โดยงานวิจัยทั้งสองนี้ ล้วนพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ขึ้นอย่างมีระบบเป็นลำดับขั้นตอน แล้วพบว่าชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นนั้น มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

1.2 ในการจัดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีกระบวนการที่เป็นไปตามระบบอย่างมีลำดับขั้นตอน ปรับปรุงจากแนวคิดเกี่ยวกับการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ของ Frobisher (1994) และกระบวนการทางพุทธิปัญญาในการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ของ Yeo (2013) ให้มีความกระชับเหมาะสมกับบริบทในชั้นเรียนมากขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ

ในระยะที่ 1 ซึ่งเป็นระยะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พยายามทำความเข้าใจในงาน และสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการอ่านอย่างถี่ถ้วน ทำให้ข้อมูลเป็นรูปธรรมด้วยการวาดแผนภาพเพื่อกำหนดข้อมูลสำคัญ และทดลองปฏิบัติอย่างเหมาะสมหรือทดลองสุ่มตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจ แล้วตั้งเป็นปัญหาของตนเองเพื่อกำหนดเป้าหมายในการสำรวจ ก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้เป็นไปได้อีก 2 ประการ คือ ได้ปัญหาทั่วไปเพื่อค้นหาแบบรูป หรือได้ปัญหาเฉพาะเพื่อกำหนดการแก้ปัญหา การที่การดำเนินกิจกรรมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้สำรวจสถานการณ์ปัญหาอย่างรอบด้านในแง่มุมต่างๆ จนกำหนดปัญหาที่จะศึกษาขึ้นเองนั้น มีส่วนสำคัญในการสนับสนุนให้ผู้เรียนได้เกิดการมองปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ อีกทั้งในขั้นตอนการแก้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ดำเนินการในลักษณะกระบวนการ ทั้งปรับปรุงการตั้งปัญหาเดิม เพิ่ม ลด สมมติฐาน หรือขยายปัญหา ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกมีส่วนร่วมในการเรียนและมีความผูกพันในการเรียนมากขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ Hiebert et al (1996) ที่ว่า การทำให้เป็นปัญหา (Problematizing) จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วมอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ในขั้นตอนกระบวนการการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องมีโอกาสในการปรับปรุงแนวคิดของตนเอง มีโอกาสสร้างปัญหาใหม่ และได้จัดระเบียบความคิดเดิมของตนเอง นอกจากนี้การกำหนดปัญหาขึ้นด้วยตนเองนั้น ยังเป็นการเพิ่มการบทบาทการเป็นเจ้าของและความผูกพันในการเรียนรู้ของผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Forman et al (2014) ที่ว่า ผู้เรียนจะรู้สึกผูกพันกับงานของตนเองอย่างแท้จริงหากได้มีสิทธิขาดเชิงความคิดในปัญหานั้นๆ

ในระยะที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสำรวจปัญหาเพื่อเก็บข้อมูล ขั้นตอนที่ 2 เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาสังเกต เพื่อค้นหาแบบรูปและสร้างเป็นข้อความคาดการณ์ ขั้นตอนที่ 3 เป็นการแสดงผลเพื่อตรวจสอบข้อความคาดการณ์ และวางนัยทั่วไปนั้น จะเน้นการลงมือปฏิบัติจริง โดยมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองเก็บข้อมูล สร้างเป็นข้อความคาดการณ์โดยใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัย แล้วจึงทำการพิสูจน์ข้อความคาดการณ์นั้นด้วยการให้เหตุผลแบบนิรนัย ขั้นตอนเหล่านี้จึงมีส่วนสำคัญในการสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างประสบความสำเร็จ สอดคล้องกับ Taugaw (1993) ที่พบว่า การสอนโดยให้ผู้เรียนได้ตั้งข้อความคาดการณ์ สำรวจ อภิปราย ตรวจสอบหาเหตุผลสนับสนุนและสร้างเป็นกรณีทั่วไป บนพื้นฐานความรู้ ทักษะ และเจตคติที่มีมาก่อนของผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น จะมีผลทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนดีขึ้น และสอดคล้องกับแนวคิดของ Riedesel (1990) ที่ว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหา คือการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำโน้ตค้นทาง

คณิตศาสตร์มาใช้ จึงนับเป็นการช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และมีความแจ่มชัดในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Da Ponte (2008) ที่ได้กล่าวว่า การสำรวจเชิงคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่มีนัยสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น การสำรวจเชิงคณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญของงานทางคณิตศาสตร์ สนับสนุนให้เกิดการมีส่วนร่วมของนักเรียนในชั้นเรียน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ การสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถเชิงคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ทำให้เกิดการคิดแบบองค์รวม สามารถเสริมเข้าไปในทุกๆ ส่วนของหลักสูตรได้อย่างเป็นธรรมชาติ และการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ยังสนับสนุนให้เกิดการคิดที่ลุ่มลึก ซึ่งเสริมสร้างการเรียนรู้มโนทัศน์พื้นฐาน

## 2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การที่นิสิตที่ใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ที่เป็นเช่นนี้สามารถอธิบายได้ ดังนี้

2.1 กระบวนการในการปฏิบัติกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ เน้นการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง โดยให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องกำหนดปัญหา เก็บข้อมูลจากการทดลอง สังเกต แล้วใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยเพื่อสร้างเป็นข้อความคาดการณ์ จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลแบบนิรนัยเพื่อพิสูจน์เป็นข้อความรู้ใหม่ และวางนัยทั่วไป ตามหลักการสำคัญ 4 ข้อ คือ การศึกษากรณีเฉพาะ การสร้างข้อความคาดการณ์ การพิสูจน์ให้เหตุผล และการวางนัยทั่วไป (Yeo and Yeap, 2009) โดยแบ่งขั้นตอนในการทำกิจกรรมเป็น 3 ระยะ ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองอย่างอิสระ อภิปรายแนวคิด ทดลอง เก็บข้อมูล สร้างข้อความคาดการณ์ และหาเหตุผลรองรับหรือพิสูจน์ข้อความคาดการณ์ สรุป ปรับปรุง หรือขยายปัญหาในการสำรวจอย่างเป็นวงจรมานั้น น่าจะมีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับผู้เรียน ทั้งการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การสร้างข้อความคาดการณ์ และการพิสูจน์ข้อความคาดการณ์ สอดคล้องกับแนวคิดของ Scharm (1989) ที่ว่า กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้สืบค้น ค้นหา คาดการณ์ พิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผล และสร้างข้อความคาดการณ์ จะเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผล และสอดคล้องกับแนวคิดของ Sund (1976) ที่ว่านักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุด ก็ต่อเมื่อได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นคว้าหาความรู้โดยการจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองอย่างสมเหตุสมผล และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lavigne & Lajoie (2007) ที่ได้ทำการวิจัยแบบกรณีศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบสอบ ซึ่งประกอบด้วย 4 ระยะ คือ การตั้งคำถาม การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล และศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางสถิติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางสถิติที่สูงขึ้น โดยแสดงความสามารถได้สูงที่สุดในขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล นอกจากนี้จากงานวิจัยของ Sumarna และ SENTRYO (2017) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำแนวทางการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการสอนวิชาเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักศึกษาครูระดับประถมศึกษา ผ่านสถานการณ์ปัญหาการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้พบตามปกติ พบผลการวิจัยว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการเรียนรู้และความรู้คณิตศาสตร์เดิม กับการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นฤพันธุ์ เฟ่งพิศ และ จินดิษฐ์ ละออบักษิณ (2562) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรม



การเรียนรู้ตามกระบวนการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับคำถามปลายเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 แล้วพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับคำถามปลายเปิด มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ในขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม ได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมระดมความคิด ผ่านกระบวนการกลุ่ม โดยอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองต่อกลุ่มทั้งระดับเล็กและระดับชั้นเรียน เพื่อกำหนดประเด็นที่จะศึกษา และดำเนินการทดลองเก็บข้อมูลแบบส่วนตัว ก่อนจะแลกเปลี่ยนกับกลุ่มเพื่อตรวจทานความเข้าใจและใช้ข้อมูลร่วมกันเพื่อบ่งชี้เป้าหมายในการแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่ม น่าจะมีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับผู้เรียน ดังที่ NCTM (2000) ได้เสนอว่า การจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้อภิปรายการให้เหตุผลของตนเองกับครู และกับผู้เรียนคนอื่นๆ จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการให้เหตุผลมากขึ้น สอดคล้องกับ Rowan และ Morrow (1993) ที่เสนอให้จัดบรรยากาศในชั้นเรียน ให้เป็นบรรยากาศที่เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้อธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิด การนำเสนอข้อสรุปพร้อมแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้นๆ

จากเหตุผลที่กล่าวมา ทั้งที่เกี่ยวกับกระบวนการในการปฏิบัติกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ และกระบวนการกลุ่ม จึงน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย (23.25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.11) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

### 3. ความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรม

การที่ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ นิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ มีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่เป็นเช่นนี้ สามารถอธิบายได้ ดังนี้

3.1 ลักษณะเนื้อหาทั้ง 6 กิจกรรม ได้ออกแบบให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง ผ่านการสำรวจปัญหาด้วยตนเอง กิจกรรมจึงมีลักษณะที่เข้าใจได้ง่ายผ่านทางทดลอง มองเห็นเป็นรูปธรรม และสามารถเล่นในลักษณะเกม โดยอาศัยเพียงฐานความรู้เบื้องต้นและการสังเกต และมีความยากง่ายเหมาะสมสอดคล้องตามวัยของผู้เรียน ซึ่งสิ่งนี้น่าจะมีส่วนในการสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนรู้สึกมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Thiessen et al (1989) ที่เสนอว่า การเลือกสถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ควรเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ทำให้นักเรียนรู้สึกว่ามีประโยชน์ น่าสนใจ ทำทาย หลากหลาย มีคุณค่าในเชิงนันทนาการ และนักเรียนรู้สึกสนุกกับการหาคำตอบ และสอดคล้องกับ Reys et al (2014) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์จริงที่สอดคล้องกับเนื้อหาจะเป็นประสบการณ์ที่มีความหมายและมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ และจะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตจริงได้ ทั้งนี้ ด้วยกิจกรรมที่เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัว ประกอบกับขั้นตอนการแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในลักษณะของนิพจน์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้เป็นข้อความคาดการณ์ ซึ่งการที่ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ลักษณะนี้ น่าจะเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี จากเหตุผลที่กล่าวมา จึงน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นิสิตฝึกหัดครู วิชาเอกคณิตศาสตร์ มีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. ในการดำเนินกิจกรรมระยะที่ 1 นักเรียนแต่ละกลุ่มอาจมีมุมมองและตั้งปัญหาที่ต่างกัน โดยปัญหาอาจซับซ้อนเกินกว่าจะจัดการได้ด้วยพื้นความรู้และเวลาที่จำกัด ผู้สอนจึงควรใช้คำถามเพื่อนำพาให้ผู้เรียนได้ตั้งปัญหาที่เหมาะสม และควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมอภิปรายปัญหา เพื่อให้ทั้งชั้นเรียนได้กำหนดปัญหาที่ใกล้เคียงกัน

2. เนื่องจากนิสิตนักศึกษาฝึกหัดครูแต่ละคนอาจมีลีลาในการเรียนรู้ ความชำนาญ และความถนัดในการใช้เทคนิคในการให้เหตุผลแบบนัยที่แตกต่างกัน ในการนำชุดกิจกรรมไปใช้โดยเฉพาะการดำเนินกิจกรรมในระยะที่ 2 สิ่งซึ่งผู้สอนควรสนับสนุนเพื่อการสืบค้น สำรวจ และการทำงานกิจกรรม คือ ระยะเวลาที่เพียงพอ ไม่เร่งรีบเกินไป อีกทั้งยังควรผลิตสื่อที่เป็นรูปธรรมเพื่อช่วยสนับสนุนในการทดลอง และการเก็บข้อมูลของผู้เรียน

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ ศึกษาเฉพาะความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดกิจกรรม แต่จากการทดลองและข้อมูลบางส่วนจากแบบสอบถามความคิดเห็น ทำให้เห็นว่าผู้เรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมน่าจะมีการพัฒนาของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้วย ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ ที่มีต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

2. เนื่องจากชุดกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนานั้นไม่ยืดเกาะกับเนื้อหา ในการทำวิจัยครั้งต่อไปจึงอาจพัฒนาชุดกิจกรรมสำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา โดยปรับกิจกรรมที่มีอยู่ให้ง่ายขึ้น หรือคัดสรรกิจกรรมอื่นที่น่าสนใจ ทำทนาย ดำเนินกิจกรรมระยะยาวระดับภาคการศึกษา แต่ยังคงรักษารูปแบบการดำเนินกิจกรรมการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ไว้ แล้วศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยคาดหวังการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สมวัย

## เอกสารอ้างอิง

- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-20.
- นฤพันธุ์ เพ่งพิศ และจินดิษฐ์ ละออปักชิน. (มิถุนายน 2562). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับคำถามปลายเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3. เอกสารนำเสนอในที่ประชุมการประชุมวิชาการคณิตศาสตร์ บริสุทธ์และประยุกต์ ประจำปี 2562 (หน้า 221 - 237). กรุงเทพฯ. ค้นจาก <https://math.sc.chula.ac.th/apam2019/downloads>.
- รัตน์ บัวสนธ์. (2562). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- วันทนิย์ บุญสุวรรณ. (2563). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดลพบุรี. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 22(2), 157-168.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). *การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เอส พี เอน การพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- อดิสร ลิประเสริฐ และพงศ์ศรีศรี มีเพ็ญ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้โปรแกรมเรขาคณิตพลวัต. *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มศว*, 11(1).
- Baroody, A.J. (1993). *Problem Solving, Reasoning and Communication, K – 8 : Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan.
- Cooney, T.J., and other. (1999). *Mathematics, Pedagogy, and Secondary Teacher Education*. New Hamshire: Heinemann.
- Da Ponte, J. P. (2008). Exploring and investigating in mathematics teaching and learning. *ICME 11 Proceedings*.
- Diezmann, C., Watters, J., & English, L. (2001). Difficulties confronting young children undertaking investigations. In *Proceedings of the 25th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*: (pp. 353-360). Utrecht University.
- Forman, E. A., Engle, R. A., Venturini, P., & Ford, M. J. (2014). Introduction to special issue: International examinations and extensions of the productive disciplinary engagement framework. *International Journal of Educational Research*, 64, 149-155.
- Frobisher, L. (1994). Problems, investigations and an investigative approach. *Issues in teaching mathematics*, 150-173.
- Greenwood, J.J. (1993, November). "On the Nature of Teaching and Assessing 'Mathematical Power' and 'Mathematical Thinking'," *Arithmetic Teacher*. 41(3) : 144 - 152.
- Hiebert, James, et al. (1996). Problem solving as a basis for reform in curriculum and instruction: The case of mathematics. *Educational researcher*, 25(4), 12-21.
- Jaworski, B. (1994). Investigating Mathematics Teaching: A Constructivist Enquiry. *Studies in Mathematics Education Series*: 5.
- Lavigne, N.C., & Lajoie, S.P. (2007). Statistical reasoning of middle school children engaged in survey inquiry. *Contemporary Educational Psychology*, 32(4). 630-666.
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (2011). *Thinking mathematically*. Pearson Higher Ed.

- National Council of Teacher of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics.
- National Council of Teacher of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics 2000*. Reston, Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics.
- O' Daffer, P.G. (1990, May). "Inductive and Deductive Reasoning," *The Mathematical Teacher*. 93(6): 378-380.
- Reys, R., Lindquist, M., Lambdin, D. V., & Smith, N. L. (2014). *Helping children learn mathematics*. John Wiley & Sons.
- Riedesel, C. A. (1990). *Teaching elementary school mathematics*. Prentice Hall.
- Rowan, T. E., & Morrow, L. J. (1993). *Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standards: Readings from the Arithmetic Teacher*. National Council of Teachers of Mathematics, Inc., 1906 Association Drive, Reston, VA 22091-1593.
- Russell, S.J. (1999). "Mathematical Reasoning in the Elementary Grades," in *Developing Mathematical Reasoning in Grades K – 12 yearbook*. P.1. Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Schram, P. W. (1989). Communication and Reasoning: Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics. *New Directions for Elementary School Mathematics: 1989 Yearbook*, 51, 14.
- Sumarna, N., & SENTRYO, I. (2017, August). Improving of prospective elementary teachers' reasoning: Learning geometry through mathematical investigation. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1868, No. 1, p. 050015). AIP Publishing.
- Sund, R. B. (1976). *Piaget for educators: a multimedia program*. CE Merrill.
- Thiessen, D. (1989). *Elementary mathematical methods*. Macmillan Publishing Company, College Division, 866 Third Avenue, New York, NY 10022.
- Tougaw, P. W. (1993). *A Study of the Effect of Using an "open Approach" to Teaching Mathematics Upon the Mathematical Problem-solving Behaviors of Secondary School Students* (Doctoral dissertation, Southern Illinois University at Carbondale).
- Yeo, J. B. W. (2013). *The Nature and Development of Processes in Mathematical Investigation* (Doctoral dissertation, Nanyang Technological University).
- Yeo, J. B., & Yeap, B. H. (2009). *Mathematical investigation: Task, process and activity*.