

การสร้างรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรณนิยมเพื่อส่งเสริม
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
Developing a constructivist instructional model to facilitate preservice
teachers' mathematical reasoning

วิทยา พูลสวัสดิ์^{1*}, ลือชา ลดาชาติ²
Wittaya Pulsawad^{1*}, Luecha Ladachart²

บทคัดย่อ

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีลักษณะและธรรมชาติเฉพาะตัว ซึ่งนักคณิตศาสตร์สร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์สิ่งที่แฝงอยู่ในกระบวนการดังกล่าวคือ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สถาบันการผลิตครูจำเป็นต้องตระหนักถึงการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักศึกษาครูได้รับประสบการณ์ตรงในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน และ 2) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน โดยประยุกต์ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบประเมินรูปแบบการเรียนการสอน 2) รูปแบบการเรียนการสอน 3) แบบทดสอบวัดความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กลุ่มประชากรที่ศึกษา คือ นักศึกษาสาขาคณิตศาสตร์ โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 29 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าดัชนีประสิทธิผล ผลการวิจัย ได้รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรณนิยม เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีคุณภาพ โดยผลการประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนด้านความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน อยู่ในระดับมากที่สุด และผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนมีค่าเท่ากับ 0.62 ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ EISDGA ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 สำรวจปัญหา ขั้นที่ 2 แก้ปัญหา ขั้นที่ 3 แลกเปลี่ยนข้อสรุป ขั้นที่ 4 ตรวจสอบข้อสรุป ขั้นที่ 5 วางนัยทั่วไปและให้เหตุผล ขั้นที่ 6 ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นแนวทางเหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การสร้างรูปแบบการเรียนการสอน, การสอนตามทฤษฎีสรณนิยม, การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์, รูปแบบการเรียนการสอน, ส่งเสริมการให้เหตุผล,

¹ นักศึกษาปริญญาเอก การศึกษาศุภบัณฑิต วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา
Ph. D. Candidate. college of education University of Phayao

² รองศาสตราจารย์ ดร., วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา
Associate Professor Dr., College of Education University of Phayao

*Corresponding Author, email: wittaya.pul@crru.ac.th

Abstract

Mathematics is a science with unique characteristics and nature. Mathematical knowledge can be created through the process of mathematical quest which contain mathematical reasoning. Institutions responsible for teacher training need to be aware of using instructional management to encourage trainee teachers to gain hands-on experiences in mathematical reasoning. This research aimed to 1) establish and examine the quality of teaching and learning models and 2) determine the effectiveness index of the teaching and learning model after applying the developed research process. The tools used in this research were 1) teaching and learning assessment forms 2) the learning and teaching model, and 3) a mathematical reasoning ability test. The population used in the research was 29 mathematics students selected by purposive sampling. The data were analyzed to determine average, standard deviation and effectiveness index values. The results showed that the quality assessment of the teaching and learning model by 7 experts was considered the highest level for suitability. The effectiveness index was 0.62, indicating that teaching activities via the EISDGA model was a suitable approach for teaching and learning mathematics. Therefore, it could be used to effectively promote and develop mathematical reasoning of trainee teachers.

Keywords: Developing an instructional, Teaching based on constructivist model, Encourage reasoning, Instructional model, Mathematical reasoning

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีลักษณะและธรรมชาติเฉพาะตัว ซึ่งทำให้คณิตศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1993) ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง “แบบรูปและความสัมพันธ์” (Patterns and relationships) นักคณิตศาสตร์ใช้ “กระบวนการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์” (Mathematical Inquiry) ซึ่งสิ่งที่แฝงอยู่ในกระบวนการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ก็คือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) โดย Dewey (1910) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า คณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผล 2 ประเภทหลัก คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) และการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) ซึ่งการให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลเพื่อสร้าง “หลักการ (หรือข้อแถลงทั่วไป) ที่ผู้กรวม (ข้อเท็จจริงต่าง ๆ) เข้าไว้ด้วยกัน” และการให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลเพื่อ “ทดสอบ ยืนยัน ปฏิเสธ และปรับปรุง (ข้อแถลงนั้น)” จากลักษณะธรรมชาติของคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นผ่านกระบวนการสืบเสาะและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Dossey et al. (2002) และ Ernest (1993) ได้เสนอว่า “ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแทนภายในจิตใจที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อใช้แทนสิ่งที่เกิดขึ้นจากโลกภายนอกหาใช้สิ่งที่มีอยู่แล้วแต่ถูกค้นพบโดยมนุษย์ในภายหลัง” ดังนั้น เออเนสท์ จึงให้แนวคิดเพิ่มเติมว่า คณิตศาสตร์จึงไม่ใช่ความรู้ที่เป็นปรนัย สัมบูรณ์ แน่นนอน และแก้ไขไม่ได้ หากแต่ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นผลลัพธ์ของกระบวนการทางสังคมที่ซึ่งผิดพลาดได้และเปิดกว้างต่อการปรับปรุงแก้ไข นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับสิ่งที่ Glaserfeld (2001) ที่อธิบายทฤษฎีการเรียนรู้สรณนิยม (Constructivist Theory of

Learning) ว่า “ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างและถูกตรวจสอบความน่าเชื่อถือผ่านกระบวนการทางสังคม” ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้สรณคินิยมจะเป็นแนวคิดที่ผู้วิจัยใช้ในการพัฒนาและสร้างรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้

อย่างไรก็ดี Phanphattanakun (2012) กล่าวถึงมุมมองของคนทั่วไปที่มีมุมมองอย่างผิวเผินว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยตัวเลขและการคำนวณเท่านั้น ซึ่งการคำนวณนั้นเป็นเพียงการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่แล้ว มุมมองนี้ค่อนข้างจำกัดและไม่ได้ช่วยให้เกิดการสร้างความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ Stipek (2002) กล่าวว่า เมื่อครูมีมุมมองเช่นนี้ ครูจึงมุ่งสอนเพียงเพื่อให้ผู้เรียนจดจำและฝึกฝนการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ให้คล่องแคล่วเท่านั้น ดังนั้น หากการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนยังคงเป็นเช่นนี้ การสร้างพลเมืองที่รู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematically Literate Citizens) และบุคลากรด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสามารถในการสร้างความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์จึงแทบไม่มีโอกาสเกิดขึ้นได้เลย ซึ่งครูผู้สอนคณิตศาสตร์ต้องปรับเปลี่ยนมุมมอง เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่สามารถสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ตามลักษณะและธรรมชาติของวิชา ซึ่งต้องอาศัยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีความเป็นนามธรรมค่อนข้างสูง

จากการศึกษาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในปัจจุบันพบว่า งานวิจัยของ สุวรรณ ฟ้าคำ, คงรัฐ นวลแปง, และเวชฤทธิ์ อังกะนภทรขจร Fakkham et al., (2018) กล่าวว่า ครูผู้สอนมีความสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีการจัดรูปแบบการสอนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ ได้พูดและอธิบายความคิดของตนพร้อมกับการแสดงเหตุผลประกอบ รวมถึงการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม และงานวิจัยของ Buakhao et al. (2019) ชี้ให้เห็นว่า ครูจำเป็นต้องพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้ Chupan et al. (2020) ยังกล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอน ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดเหตุผลของตนเองเพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหา ส่งผลให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและสมรรถนะด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น จากงานวิจัยดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าครูผู้สอนเป็นหัวใจสำคัญที่จะส่งเสริมและพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีโอกาสจะเลยได้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหา สื่อสาร เชื่อมโยง และคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้นการส่งเสริมและพัฒนาให้นักศึกษาคูได้รับประสบการณ์ตรงในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งจำเป็น

ดังนั้น ผู้วิจัยในฐานะผู้สอนในสถาบันการผลิตครู จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักศึกษาคูได้มีประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ และประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ด้วยตนเอง เพราะจากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้สรณคินิยมที่กล่าวว่า ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นจากประสบการณ์กับโลกทางกายภาพและถูกตรวจสอบความน่าเชื่อถือผ่านกระบวนการทางสังคม ซึ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์ก็เป็นตัวแทนภายในจิตใจที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อใช้แทนสิ่งที่เกิดขึ้นในโลกภายนอกหาใช้สิ่งที่มีอยู่แล้ว แต่เป็นสิ่งที่ถูกค้นพบโดยมนุษย์ในภายหลัง ดังนั้น คณิตศาสตร์จึงไม่ใช่ “ความรู้ที่เป็นปรนัย สัมบูรณ์ แน่นอน และแก้ไขไม่ได้” หากแต่ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็น “ผลลัพธ์ของกระบวนการทางสังคม” ที่ซึ่ง “ผิวดินลาดได้และเปิดกว้างต่อการปรับปรุงแก้ไขผ่านกระบวนการการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Ernest, 1996) ผู้วิจัยจึงทำการสังเคราะห์ความสอดคล้องของแนวคิดทฤษฎีสรณคินิยมและการจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์และความเชื่อมโยงความสามารถในการให้เหตุผล

ทางคณิตศาสตร์ในการจัดกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ขั้นตอนการสอนในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่จะพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครุที่มีคุณภาพ ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวจะเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลให้นักศึกษาคณิตศาสตร์จะต้องเป็นผู้เรียนคณิตศาสตร์ในสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการสร้างความคิด การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งในส่วนบุคคลและผ่านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งต้องถูกท้าทายระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ในการสร้างความรู้และแก้ปัญหา ซึ่งไม่ใช่เพียงแค่การเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์ แต่ยังได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้งและเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเมื่อไปปฏิบัติหน้าที่ครูต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

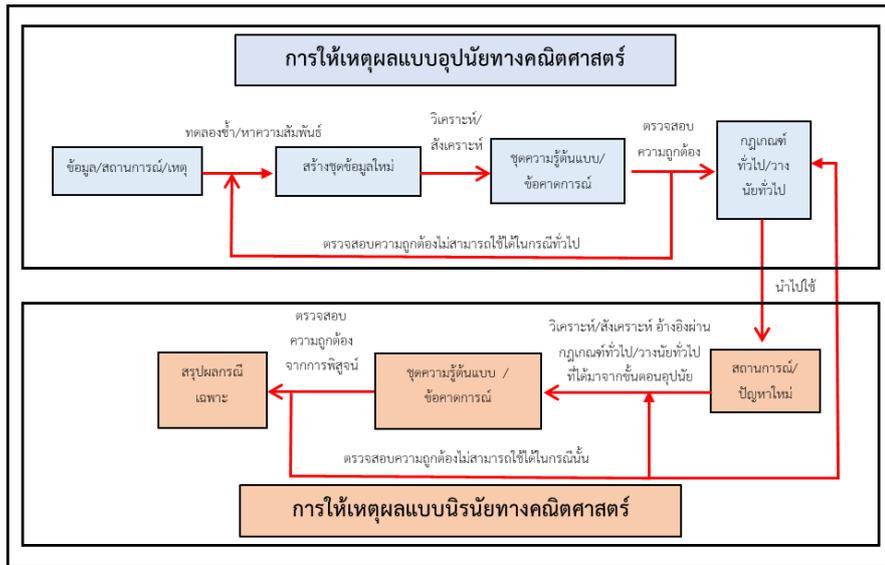
1. เพื่อสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรรรคนิยม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครุ
2. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรรรคนิยม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครุ

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามแนวทางที่ Phattaphon (2019) ได้นำเสนอไว้โดยประยุกต์ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) และแนวคิดในการพัฒนารูปแบบของ Joyce & Weil (2009) ทำการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จากทฤษฎีสรรรคนิยมและแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์เพื่อการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครุ โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (R₁: Research)

- 1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับธรรมชาติของคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลของการศึกษาผู้วิจัยได้กำหนดกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถคิดและอธิบายแสดงกระบวนการคิด สามารถใช้ข้อมูลที่ได้มาในการอธิบายสมบัติและโครงสร้างค้นหาหลักการใหม่ รูปแบบทั่วไปทางคณิตศาสตร์ ผ่านการให้เหตุผลแบบอุปนัย โดยการวิเคราะห์สถานการณ์สร้างความสัมพันธ์และการสร้างข้อคาดการณ์เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นกฎหรือการวางนัยทั่วไป และนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในการให้เหตุผลแบบนิรนัยในการตรวจสอบความถูกต้องจากพิสูจน์หรือประยุกต์ใช้กับข้อเท็จจริงใหม่ และสามารถสื่อสารได้อย่างถูกต้อง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ที่มา : ผู้เขียน

1.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องของทฤษฎีสมรรถนิยาม การจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลของการศึกษา ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการสังเคราะห์ความสอดคล้องของแนวคิดทฤษฎีสมรรถนิยามและการจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์และความเชื่อมโยงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ขั้นตอนการสอน (EISDGA)

แนวคิด		ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ชั้นการสอนของรูปแบบ 6 ขั้นตอน (EISDGA)	กิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบ
ทฤษฎีสมรรถนิยาม	การสืบเสาะทางคณิตศาสตร์			
การกระตุ้นการใช้ความรู้เดิม activate prior knowledge เมื่อประสบกับสถานการณ์/ปัญหา/สารสนเทศใหม่	กระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจแก่ผู้เรียนหรือตรวจสอบความรู้เดิมและประสบการณ์เดิม	สำรวจปัญหาวิเคราะห์ ข้อมูล/สถานการณ์/เหตุที่กำหนดให้จากความรู้เดิมที่มีอยู่ในการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 1 สำรวจปัญหา (Explore the Problem : E)	เป็นขั้นที่ผู้เรียนสำรวจปัญหาที่ผู้สอนนำเสนอ ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาร่วมกับความรู้เดิมที่ตนเองมีในการแก้ปัญหา
เชื่อมโยงความรู้และทักษะเดิม เข้ากับความรู้และทักษะที่ใหม่ ค้นพบโมทัศน์หรือสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง	สำรวจเพื่อการค้นพบโมทัศน์ จากการปฏิบัติกิจกรรม เป็นการนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ค้นพบหรือสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง	แก้ปัญหาผ่านการสังเกต สืบเสาะวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์ปัญหา ร่วมกับความรู้เดิม สร้างชุดข้อมูลใหม่ ความรู้ต้นแบบหรือ ข้อคาดการณ์	ขั้นที่ 2 แก้ปัญหา (Inductively Solve : I)	เป็นขั้นที่ผู้เรียนแก้ปัญหาด้วยกระบวนการอุปนัยผ่านการสังเกต วิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อมูลจากโจทย์ปัญหา ร่วมกับความรู้เดิม โดยการแก้ปัญหาของผู้เรียนสามารถ มีได้มากกว่า 1 แบบ และคำตอบของปัญหาของผู้เรียนแต่ละคนสามารถแตกต่างกันได้

ตารางที่ 1 แสดงการสังเคราะห์ความสอดคล้องของแนวคิดทฤษฎีสรคินิยมและการจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์และความเชื่อมโยงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ขั้นตอนการสอน (EISDGA) (ต่อ)

แนวคิด		ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ขั้นการสอนของรูปแบบ 6 ขั้นตอน (EISDGA)	กิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบ
ทฤษฎีสรคินิยม	การสืบเสาะทางคณิตศาสตร์			
กระตุ้นให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนมุมมอง แนวคิด และ ข้อมูล รวมถึงวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาของผู้เรียน เพื่อให้เกิดข้อเปรียบเทียบและการประเมินข้อสรุปในการแก้ปัญหา เน้นการสร้างความรู้ใหม่ผ่านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การทำงานร่วมกันจะไม่ได้ยึดติดว่าจะต้องมีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง	นำข้อมูลจากการค้นพบ มาอธิบายหรือนำเสนอโมโนทัศน์หรือความรู้ที่ค้นพบ ผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามและให้ความรู้หรือให้ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในโมโนทัศน์กระจ่างชัดขึ้น	วิเคราะห์/สังเคราะห์แลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบซึ่งกันและกันทำความเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบของผู้อื่นที่อาจแตกต่างจากของตนเองสร้างชุดกฎเกณฑ์ทั่วไป/วางนัยทั่วไป	ขั้นที่ 3 แลกเปลี่ยนข้อสรุป (Share Results : S)	เป็นขั้นที่ผู้เรียนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบซึ่งกันและกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบของผู้อื่นที่อาจแตกต่างจากของตนเอง
การเชื่อมโยงความรู้นำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ผู้เรียนจะเป็นผู้ตัดสินใจในการนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้เพื่อถ่ายโอนความรู้และทักษะเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ใหม่ในการแก้ปัญหา มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและความคิดต่างๆ การตั้งคำถามใหม่ๆ เป็นการพัฒนาผลที่เกิดขึ้นและสนับสนุนการคิด การฝึกใช้ความรู้และฝึกปฏิบัติผ่านกิจกรรมจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ตลอดจนปรับปรุงความรู้หรือทักษะของตนเองต่อไป	ขยายหรือประยุกต์ใช้โมโนทัศน์หรือขั้นประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนประยุกต์ใช้โมโนทัศน์ในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่เป็นจริงหรืออาจเป็นการเชื่อมโยงสู่โมโนทัศน์ที่สัมพันธ์และเกี่ยวข้องกัน เป็นการขยายโมโนทัศน์นั้นทำให้เกิดความรู้ที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น	เผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ที่สามารถใช้กฎเกณฑ์ทั่วไปหรือการวางนัยทั่วไปจากกระบวนการอุปนัยมาตรวจสอบความถูกต้องด้วยกระบวนการนิรนัยร่วมกัน	ขั้นที่ 4 ตรวจสอบข้อสรุป (Deductively Validates : D)	เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อสรุปทั้งหมดจากการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการอุปนัย มาตรวจสอบด้วยกระบวนการนิรนัยร่วมกันเพื่อเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของแต่ละข้อสรุป
	แลกเปลี่ยนเรียนรู้เปลี่ยนแปลงจากรูปแบบเดิม นำผลการประยุกต์ใช้หรือผลการค้นพบข้อมูลมาแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิด ทักษะและเจตคติ มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันและปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนซึ่งก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้	นำไปใช้ตรวจสอบกับโจทย์ปัญหาใหม่ที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อวางนัยทั่วไปของข้อสรุปนั้น พร้อมทั้งให้เหตุผลที่สนับสนุนความน่าเชื่อถือของข้อสรุปนั้น	ขั้นที่ 5 วางนัยทั่วไปและให้เหตุผล (Generalize and Reason : G)	เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อสรุปที่ผ่านการตรวจสอบด้วยกระบวนการนิรนัยแล้วมาตรวจสอบกับโจทย์ปัญหาใหม่ที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อวางนัยทั่วไปของข้อสรุปนั้น พร้อมทั้งให้เหตุผลที่สนับสนุนความน่าเชื่อถือของข้อสรุป
การเปิดโอกาสให้เกิดการปฏิบัติจริง ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่คาดหวังจากการเรียนรู้ในปัญหาหรือสถานการณ์ผ่านรูปแบบการปฏิบัติจริงและแสดงผลลัพธ์ที่ปฏิบัติออกมาได้		สรุปผลกรณีเฉพาะเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 6 ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (Apply to Everyday Life : A)	เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ข้อสรุปที่ได้มีการวางนัยทั่วไปแล้วไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ที่มา : ผู้เขียน

จากตารางที่ 1 พบว่า กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนควรประกอบด้วย 6 ขั้นตอนและมีกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบในส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดังผลการสังเคราะห์

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (D₁ : Development)

2.1 ร่างรูปแบบการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จากแนวคิดของนักการศึกษาในการสร้างองค์ประกอบของรูปแบบ ได้แก่ Anderson (1997), Joyce & Weil (2009) และ Khaemmanee (2007) พบว่า องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนประกอบไปด้วย 1) หลักการหรือแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) เนื้อหา 4) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจากขั้นตอนการสอนในทฤษฎีการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน (EISDGA) (จากตารางที่ 1) 5) สื่อและแหล่งเรียนรู้ 6) การวัดและประเมินผล

2.2 ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนและแบบทดสอบวัดความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ผู้ให้ข้อมูล เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับอุดมศึกษา จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผล การศึกษา จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน รวม 7 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามที่ Saiyot, L. and Saiyot, A. (1995) ได้กล่าวไว้จากแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert) และตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธีการนำผลคะแนนตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำค่าเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 2) แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ ตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธีการหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน ข้อสอบต้องมีค่าเฉลี่ย IOC ใช้เกณฑ์ 0.5 ขึ้นไป สามารถนำไปใช้ได้

ผลการตรวจสอบคุณภาพ พบว่า

1. ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนด้านความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.82$, S.D.=0.24) แสดงดังตารางที่ 2

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบเมื่อดำเนินการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง พบว่า ข้อสอบมีความตรงเชิงเนื้อหาสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ มีค่าประเมินดัชนีความสอดคล้อง IOC ในช่วง 0.86 – 1.00 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 0.5 สามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ

จากนั้นผู้วิจัยทำการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในด้านการใช้ภาษาในแบบทดสอบให้ข้อคำถามชัดเจนมากขึ้น และเพิ่มสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่เป็นแหล่งค้นคว้าจากสื่อออนไลน์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ทำการจัดพิมพ์เพื่อนำไปทดลองนำร่องต่อไป

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน

รายการประเมิน	n = 7		ระดับความเหมาะสม
	\bar{x}	S.D.	
1. ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน	4.62	0.23	มากที่สุด
2. ทฤษฎีและแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน	4.62	0.23	มากที่สุด
3. การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน	4.86	0.26	มากที่สุด
4. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน			
4.1 หลักการ	4.75	0.29	มากที่สุด
4.2 วัตถุประสงค์	4.82	0.19	มากที่สุด
4.3. เนื้อหา	4.95	0.13	มากที่สุด
4.4 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.91	0.13	มากที่สุด
4.5 สื่อและแหล่งเรียนรู้	4.79	0.39	มากที่สุด
4.6 การวัดและประเมินผล	4.86	0.26	มากที่สุด
ภาพรวม	4.82	0.24	มากที่สุด

ที่มา : ผู้เขียน

ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (R_2 : Research)

3.1 ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนกับกลุ่มทดลองนำร่องเพื่อทำการทดลองในการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบ ดังนี้

ผู้ให้ข้อมูล กลุ่มทดลองนำร่องเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 29 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรุคนิยม เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
2. แบบทดสอบวัดความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 1 - 2 แบบอัตนัยเขียนตอบ จำนวน 16 ข้อ

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนกับกลุ่มทดลองนำร่อง โดยมีแบบแผนการทดลองที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ตามที่ Buason (2019) ได้ให้แนวทางไว้คือ One-Group Pretest-Posttest Design ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest) กับนักศึกษากลุ่มทดลองนำร่องโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
2. ดำเนินการทดลองจัดการเรียนสอนกับกลุ่มทดลองนำร่อง โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยทำการทดลอง 3 หน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เซต 10 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความสัมพันธ์ 8 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ฟังก์ชัน 8 ชั่วโมง รวมเวลาจัดกิจกรรม 26 ชั่วโมง
3. หลังเสร็จสิ้นการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังการทดลอง (Posttest) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับเดียวกับแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

4. ตรวจสอบให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลอง นำคะแนนที่ได้ไปหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อหาสอบคุณภาพ ตามที่ Buason (2011) ได้เสนอวิธีการหาค่าคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เป็นการพิจารณาว่ารูปแบบการเรียนการสอนสามารถพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร โดยมีผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ 0.5 หรือร้อยละ 50 จากสูตร $E.I. = \frac{P_2 - P_1}{Total - P_1}$ เมื่อ P_1 แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของผู้เรียนทุกคน, P_2 แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนของผู้เรียนทุกคน และ $Total$ แทน ผลคูณของจำนวนผู้เรียนคูณกับคะแนนเต็ม

ผลการทดลองใช้ พบว่า จากการทดสอบวัดความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์คะแนนเต็ม 96 คะแนน ผลรวมคะแนนของการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 882.75 ผลรวมคะแนนของการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 2057.20 และคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนโดยผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

จำนวนนักศึกษา	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล
		ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
29	96	882.75	2057.20	0.62

ที่มา : ผู้เขียน

จากตารางที่ 3 พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.62 แสดงว่านักศึกษามีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น 0.62 หรือร้อยละ 62

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (D_2 : Development)

ผู้วิจัยทำการการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์ โดยผลการวิจัย (R_2) พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนต้องได้รับการปรับปรุงด้านเวลาในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนในการจัดกิจกรรมในคาบเรียน โดยให้ความสำคัญในการจัดสรรให้เวลาทำกิจกรรมในชั้นที่ 3 – 5 เพิ่มมากขึ้น เพราะผลจากทดลองพบว่า นักศึกษาส่วนมากยังมีการพัฒนาสามารถให้เหตุผลแบบนิรนัยสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย ซึ่งอาจเป็นผลมาจากชั้นที่ 3 ที่ผู้เรียนต้องแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบและได้เรียนรู้วิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยที่อาจแตกต่างกันส่งผลไปสู่ชั้นที่ 4 ที่ผู้เรียนต้องนำข้อสรุปจากกระบวนการอุปนัยมาตรวจสอบด้วยกระบวนการนิรนัยร่วมกันแล้วจึงนำเข้าสู่ชั้นที่ 5 ที่ผู้เรียนต้องนำข้อสรุปที่ผ่านการตรวจสอบด้วยกระบวนการนิรนัยแล้วมาตรวจสอบกับโจทย์ปัญหาใหม่ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทั้ง 3 ชั้นที่กล่าวมาจะช่วยพัฒนาความสามารถในการเหตุผลแบบนิรนัย จากการทดลองอาจมีการให้เวลาในการทำกิจกรรมน้อยเกินไปจึงส่งผลต่อการพัฒนาสามารถให้เหตุผลแบบนิรนัย ส่วนขั้นตอนที่ 6 ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนต้องอาศัยการหาข้อมูล วิเคราะห์และสังเคราะห์เพิ่มเติม อาจใช้เวลาว่างหลังจากคาบเรียนปกติในการดำเนินการในชั้นนี้ได้และมานำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในคาบถัดไป ในส่วนของสื่อและแหล่งเรียนรู้มีการเพิ่มเติมสื่อออนไลน์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงเพื่อนำไปขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนกับนักศึกษาครูกลุ่มที่ใหญ่ขึ้นต่อไป

ผลการวิจัย

การสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรคินิยมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู พบว่า

รูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้และการวัดและประเมินผล โดยมีกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกได้เป็น 6 ขั้นตอนตาม EISDGA คือ ขั้นที่ 1 สำรวจปัญหา ขั้นที่ 2 แก้ปัญหา ขั้นที่ 3 แลกเปลี่ยนข้อสรุป ขั้นที่ 4 ตรวจสอบข้อสรุป ขั้นที่ 5 วางนัยทั่วไปและให้เหตุผล ขั้นที่ 6 ประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน และผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีคุณภาพด้านความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกได้เป็น 6 ขั้นตอนตาม EISDGA
ที่มา : ผู้เขียน

การหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรคินิยม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู พบว่า

ผลการหาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนโดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.6177 ซึ่งแสดงว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทำให้นักศึกษามีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น 0.62 คิดเป็นร้อยละ 62.00

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนของการวิจัย ผู้วิจัยนำผลการวิจัยมาสรุปและอภิปราย ดังนี้

1. การสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรคินิยมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูที่ผู้วิจัยสร้าง ขึ้นโดยการศึกษาค้นคว้าจากทฤษฎีการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยได้ยึดแนวทางในการนำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนของ Joyce & Weil (2009) ได้นำเสนอหลักการสำคัญในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน เป็นการกล่าวถึงลักษณะของธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มนุษย์สร้างขึ้นผ่านกระบวนการสืบเสาะและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้สรุคนิยมที่กล่าวว่า ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างและถูกตรวจสอบความน่าเชื่อถือผ่านกระบวนการทางสังคม โดยรูปแบบการเรียนการสอนส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มุ่งเน้นให้นักศึกษาครูได้ใช้เหตุผลแบบอุปนัยในการสร้างความคิดเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์รอบตัวและได้ใช้เหตุผลแบบนิรนัยในการตรวจสอบความคิดเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์นั้น ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของคณิตศาสตร์ที่เป็นการฝึกนักศึกษาในการใช้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่จะเป็นเครื่องมือในการศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์และเป็นการเตรียมพร้อมนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ให้เป็นผู้ที่มีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายให้กับผู้เรียนผ่านกระบวนการการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ต่อไป

ส่วนที่ 2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมีการผสมผสานทฤษฎี แนวคิด เกี่ยวกับลักษณะและธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ ทฤษฎีการเรียนรู้สรุคนิยม การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์และการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เป็นการนำเสนอทฤษฎีและแนวคิดเพื่อวางเป้าหมายและแนวทางรูปแบบการเรียนการสอนแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและแนวคิดที่นำมาใช้ในการจัดทำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรวมถึงแนวทางการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ถูกพัฒนาขึ้น สอดคล้องกับ Joyce, Weil, and Calhoun (2009) ที่กล่าวว่า รูปแบบการสอน ต้องมีการวางเป้าหมาย ทฤษฎีแนวคิดหรือสมมติฐานและข้อตกลงเบื้องต้นที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนของ Pattamavilai and Uamcharoen (2016) และงานวิจัยของ Phairojphiriyakun (2021) ที่ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนต้องอาศัยทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอนทั้งสิ้น

ส่วนที่ 3 - 4 การกำหนดองค์ประกอบและองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนซึ่งองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ Anderson (1997), Joyce & Weil (2009) and Khaemmanee (2007) ที่ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5) สื่อและแหล่งเรียนรู้ 6) การวัดและประเมินผล นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนของ Pattamavilai and Uamcharoen (2016) และงานวิจัยของ Phairojphiriyakun (2021) ซึ่งการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนต้องมีการกำหนดองค์ประกอบและองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของรูปแบบที่สร้างหรือพัฒนาขึ้น ส่งผลให้คุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามหลักการในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน มีคุณภาพด้านความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน

2. การหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนจากการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เป็นอีกส่วนหนึ่งในการยืนยันว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนมีคุณภาพและมีความพร้อมที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป นั้น พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรุคนิยมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู มีค่าเท่ากับ 0.62 ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ 0.5 หรือร้อยละ 50 นอกจากนี้ ผลดังกล่าวแสดงว่านักศึกษาครูมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น 0.62 คิดเป็นร้อยละ 62.00 ทั้งนี้เป็นเพราะว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบมีขั้นตอนที่ชัดเจน สอดคล้องกับธรรมชาติในการสร้างความรู้ทางวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการสืบเสาะทาง

คณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบขั้นตอนของกิจกรรม โดยการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เรียกว่า EISDGA ที่นักศึกษาจะได้ฝึกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ประเภทอย่างเป็นขั้นตอน ภายใต้ทฤษฎีสมรรถนิยมนิยามและแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย ขั้นที่ 1 E (Explore the Problem) สำรวจปัญหาโดยผู้สอนนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อมูลในปัญหาร่วมกับความรู้เดิมที่ตนเองมีอยู่ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 I (Inductively Solve) ผู้เรียนแก้ปัญหาด้วยกระบวนการอุปนัยผ่านการสังเกต วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์ปัญหาร่วมกับความรู้เดิมที่ตนเองมีอยู่ โดยการแก้ปัญหาของผู้เรียนสามารถมีได้มากกว่า 1 แบบ ขั้นที่ 3 S (Share Results) แลกเปลี่ยนข้อสรุปวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบซึ่งกันและกัน เพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบของผู้อื่นที่อาจแตกต่างจากของตนเอง ขั้นที่ 4 D (Deductively Validates) ตรวจสอบข้อสรุปทั้งหมดจากการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการอุปนัยมาตรวจสอบด้วยกระบวนการนิรนัยร่วมกัน เพื่อเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของแต่ละข้อสรุป ขั้นที่ 5 G (Generalize and Reason) ผู้เรียนนำข้อสรุปที่ผ่านการตรวจสอบด้วยกระบวนการนิรนัยแล้วมาตรวจสอบกับโจทย์ปัญหาใหม่ที่เกี่ยวข้องเพื่อวางนัยทั่วไปของข้อสรุปนั้น พร้อมทั้งให้เหตุผลที่สนับสนุนความน่าเชื่อถือของข้อสรุป ขั้นที่ 6 A (Apply to Everyday Life) ผู้เรียนนำข้อสรุปที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยด้านการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยของ Lapyingsong (2018) ที่ศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้การพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจข้อความที่จะพิสูจน์ ขั้นที่ 2 เขียนข้อความให้อยู่ในรูปประโยคตรรกศาสตร์ ขั้นที่ 3 เลือกวิธีพิสูจน์ และขั้นที่ 4 เขียนแสดงบทพิสูจน์ ส่งผลให้ความสามารถในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 งานวิจัยของ Norqvist et al. (2019) ศึกษาวิธีการเรียนการสอนและการเรียนรู้แบบลอกเลียนแบบ ซึ่งผลการวิจัยชี้ว่า ผู้เรียนที่ฝึกแก้ปัญหาโดยการให้เหตุผลอย่างสร้างสรรค์มีประสิทธิภาพสูงกว่าผู้เรียนที่ฝึกโดยลอกเลียนแบบ ขั้นตอนการทำงานจากครูผู้สอนในการทดสอบหลังเรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวกับทฤษฎีสมรรถนิยมนำมาใช้ในการกิจกรรมการเรียนรู้ งานวิจัยของ Slater (1993) ศึกษาประสิทธิภาพของวิธีสอนตามแนวคิดสมรรถนิยมนในการสร้างสรรค์ความรู้ พบว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น และงานวิจัยของ Singmui and Nilsrakh (2017) ศึกษาเรื่องความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนผ่านกิจกรรมมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และหลังผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ถึงระดับ 3 และระดับ 4

ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในครั้งนี้ มีผลการศึกษาที่น่าเชื่อถือทั้งในด้านผลการศึกษาที่เป็นปัจจุบันและการศึกษาอย่างเป็นขั้นตอนด้วยการประยุกต์ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา จึงทำให้ได้รูปแบบการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมการเรียนรู้ EISDGA ซึ่งเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สำหรับครูผู้สอนในการนำไปใช้ ผู้สอนสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนไปเป็นแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้และควรศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ชัดเจน ในการนำไปใช้จัดกิจกรรมอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งแบบอุปนัยและนิรนัยรวมถึงการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นระบบ

2. สำหรับผู้บริหารสถานศึกษา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติและ การเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้บริหารสถานศึกษาสามารถจัดทำเป็นนโยบายหรือแนวทางในการ พัฒนาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ภายใต้รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นให้กับครู คณิตศาสตร์ในสถานศึกษาได้

3. สำหรับศึกษานิเทศก์ สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนไปขยายผลให้กับครู คณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาวิธีการหรือรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ของครูในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ช่วย ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างรูปแบบการสอนที่เหมาะสมกับการ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

Reference

- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University.
- Anderson, T. P. (1997). *Using models of instruction*. In C. R. Dills and A. J. Romiszowski (eds). *Instructional Development Paradigms*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Buakhao, N., Nualpang, K. & Jenjit, A. (2019). *The Effects of Learning Management Using 4Ex2 Instructional Model and Higher-Order Questions on Mathematical Concepts and Reasoning Ability of Grade 8 students*. *Journal of Education Naresuan University*, 24(1), 153-165
- Buason, R. (2011). *Research and Development of Educational Innovations (2nd ed)*. Nakhon Sawan: Rimping Karnpim.
- Buason, R. (2019). *Research and Development of Educational Innovations*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House.
- Chupan, W., Panicharoen, K. & Prommas, J. (2020). The effects of cognitively guided instruction on think-pair-share techniques on mathematical reasoning ability and communicative competence of eighth grade students. *e-Journal of Education Studies, Burapha University*, 2(4), 1-13.

- Dewey, J. (1910). *How We Think*. Boston: D.C. Heath & co., publishers.
- Dossey, J. A., et al. (2002). *Mathematics methods and modeling for today's mathematics classroom: A contemporary approach to teaching grades 7-12*. Pacific Grove CA: Brooks/Cole.
- Ernest, D. (1993). *Management: Theory and Practice (4th ed)*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Ernest, D. (1996). *Personnel: Management People at Work*. New York: The McMillan.
- Fakkham, S., Nualpang, K. & Angganapattarakajorn, W. (2018). The Effects of Learning Management by Using Concept Attainment Model and Higher - Order Questions on Mathematical Concepts and Reasoning Ability of Mathayomsuksa II Students. *Journal of Humanities and Social sciences Surin Rajabhat University*, 20(2), 97-113
- Joyce, B., and Weil, M. (2009). *Models of Teaching (8th ed)*. New York: Courtesy of Reece Galleries.
- Joyce, B., Weil, M., and Calhoun E. (2009). *Models of Teaching*. Pennsylvania State University: Pearson/Allyn and Bacon Publishers
- Khaemmanee, T. (2007). *INSTRUCTION MODEL: Various choices*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House.
- Lapyingyong, N. (2018). *A Development of Learning Model of Mathematical Proofs for Abilities in Writing Proofs*. *Ratchaphruek Journal*, 16(1), 37- 45.
- Norqvist, M., Jonsson, B., et al. (2019). *Investigating algorithmic and creative reasoning strategies by eye tracking*. *The Journal of Mathematical Behavior*, (55), 1-14.
- Pattamavilai, K. and Uamcharoen, S. (2016). The Development of an Instructional Model to Enhance Reasoning, Problem Solving and Communication Skills in Mathematics of Eleventh Grade Students. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 9(3), 377-391
- Phairojphiriyakun, N. (2021). *The Development of Teaching and Learning Management Model to Enhance Mathematics Problem-Solving Competency for Mattayomsuksa 6 Students*. *Social Sciences Research and Academic Journal*, 17(1), 17-31
- Phanphattanakun, K. (2012). *Principles of Mathematics* [Unpublished manuscript]. Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University.
- Phattaphon, M. (2019). *Research and development for curriculum development and learning*. Bangkok: Leadership Center for Curriculum Innovation and Learning.
- Saiyot, L. and Saiyot, A. (1995). *Educational Research Techniques (5th ed)*. Bangkok: Suweerivasarn Company Limited.
- Singmui, CH. and Nilsrakhu, W. (2017). Ability to reason mathematically through integrated mathematics learning activities based on constructivist theory on probability. *The 22nd Annual Meeting in Mathematics (AMM 2017)*, Proceedings of AMM 2017.

- Slater, T. (1993). *The Effectiveness of a Constructivist Epistemological Approach to the Astronomy Education of Elementary and Middle Level in Service Teachers*. *Dissertation Abstracts International*, 54(7): 2528 A.
- Stipek D. (2002). *Motivation to learn: From theory to practice (4th ed)*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon
- Von Glasersfeld, E. (2001). *Radical constructivism and teaching*. *Perspectives*, 31(2), <http://vonglasersfeld.com/244.2>