

การพัฒนาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

The Development of Mathematical Problem Posing Abilities of Preservice Mathematics Teachers

วีรวัฒน์ ไทยขำ* ทรงชัย อักษรคิด** ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์** และวันดี เกษมสุขพิพัฒน์**

*สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Weerawat Thaikam* Songchai Ugsonkid** Chanisvara Lertamornpong** and
Wandee Kasemsukpipat**

*Major of Teaching Mathematics, Faculty of Education, Kasetsart University

**Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 สาขาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่เรียนในรายวิชาการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 26 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการตั้งปัญหา และ (2) ขั้นสร้างประสบการณ์การตั้งปัญหา 2) แบบทดสอบความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน และ 3) แบบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาครู 23 คน จาก 26 คน คิดเป็นร้อยละ 88.46 ผ่านเกณฑ์การประเมินโดยความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ กระบวนการส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้พัฒนารายวิชาหรือจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การตั้งปัญหา กระบวนการเรียนการสอน
ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
นักศึกษาครู

Abstract

The purpose of this research was to study the mathematical problem posing abilities of preservice mathematics teachers (PMTs). The target was 26 third - year PMTs in a program in mathematics the faculty of education at Nakhon Sawan Rajabhat University who registered in the “Mathematical Problem Solving and Problem Posing” course in the first semester of the academic year 2021. The research instruments for data collection were 1) lesson plans corresponding to processes to enhance the mathematical problem - posing abilities of PMTs which consisted of 2 steps: 1) preparation for mathematical problem posing and (2) mathematical problem posing steps 2) a mathematical knowledge test and 3) a mathematical problem - posing ability test.

The research results indicated that 23 out of 26 PMTs passed the criteria for mathematical

problem - posing ability (88.46 %), and the average score of PMTs' mathematical problem - posing ability was at a the high level. The process to enhance the mathematical problem - posing abilities of PMTs could apply to course development as well as the related activities in order to enhance the PMTs' mathematical problem - posing abilities efficiently.

Keywords: problem posing, instructional process, mathematical problem posing ability, preservice teacher

บทนำ

การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้ของครูคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องมีและควรได้รับการพัฒนาเนื่องด้วยปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่จะช่วยส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความสนใจและทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน (Lappan, 1991; Grouws, 2006) อย่างไรก็ตามการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ครูที่ไม่มีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาตั้งแต่ตอนเป็นนักเรียนหรือเป็นนักศึกษาครู มักจะหลีกเลี่ยงการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน (Lee, Capraro, & Capraro, 2018) ดังนั้น นักศึกษาครูจึงควรได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนต่อไปในอนาคต

จากการศึกษาวิจัยพบว่า ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูสามารถพิจารณาได้จากกระบวนการในการตั้งปัญหาโดยการตั้งให้สอดคล้องกับเทคนิค/ยุทธวิธีการตั้งปัญหา (Lavy & Bershadsky, 2003; Stickles, 2011; Grundmeier, 2015) หรือเงื่อนไข/สถานการณ์ที่กำหนด (Isik et al., 2011; Kilic, 2013a; 2013b; Sengul & Katranci, 2015; Silber & Cai, 2017) เช่น การปรับจากปัญหาที่เคยแก้มาแล้ว การตั้งปัญหาจาก

รูปภาพ กราฟ แผนภูมิ หรือหัวข้อที่กำหนด เป็นต้น และการพิจารณาจากผลลัพธ์ของปัญหาที่ตั้งขึ้น โดยปัญหาดังกล่าวสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ยุทธวิธีที่กำหนดในการแก้ปัญหา (Kilic, 2017; Yilmaz, Durmus, & Yaman, 2018) เป็นปัญหาที่บูรณาการและเชื่อมโยงกับบริบทจริง (Nicol & Bragg, 2009; Lee, 2012; Paolucci & Wessels, 2017; Unver et al, 2018) และสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน (Crespo, 2003; Crespo & Sinclair, 2008; Leavy & Hourigan, 2019) จากข้อมูลการศึกษางานวิจัยดังกล่าวยังไม่พบการส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พิจารณาถึงการนำปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้งานจริงในชั้นเรียน สำหรับการจัดการเรียนรู้และการประเมินผล ที่สอดคล้องกับระดับความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกัน ตลอดจนช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ซึ่งความสามารถในการตั้งปัญหาดังกล่าวจะเป็นประโยชน์สำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ สำหรับนำไปใช้ในการประกอบวิชาชีพครูต่อไปในอนาคตได้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาแนวทางหรือกระบวนการเพื่อสร้างประสบการณ์สำหรับการส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาดังกล่าวให้กับนักศึกษาครู

การสร้างประสบการณ์เพื่อที่จะให้นักศึกษาครูมีความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ควรคำนึงถึงความรู้และประสบการณ์พื้นฐานจำเป็นที่จะต้องนำไปใช้ในการตั้งปัญหา จากผลการวิจัยและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า องค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษาครู ประกอบด้วย 1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 3) เทคนิคและยุทธวิธีในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Crespo, 2003; Isik, et al, 2011; Stickles, 2011; Nicol & Bragg, 2009; Kontorovich, 2009, 2012; Lee, 2012; Grundmeier, 2015; Kilic, 2017; Silber & Cai, 2017; Yilmaz, Durmus, &

Yaman, 2018; Leavy & Hourigan, 2019) และหาก นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์ในทั้ง สามองค์ประกอบที่เพียงพอสำหรับการตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์แล้ว นักศึกษาก็ควรได้รับประสบการณ์ ใน การตั้งปัญหาที่หลากหลายเพื่อนำความรู้และ ประสบการณ์ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการตั้งปัญหา ให้กับนักเรียนในชั้นเรียนจริงต่อไปในอนาคตได้ จากการศึกษาค้นคว้ามีการกำหนดกรอบแนวคิดของ การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Stoyanova & Ellerton, 1996) อยู่ 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) การตั้งปัญหาแบบ โครงสร้าง (structured problem) เป็นการปรับ ปัญหาจากปัญหาที่กำหนด 2) การตั้งปัญหาแบบกึ่ง โครงสร้าง (semi-structured problem) เป็นการตั้ง ปัญหาจากสถานการณ์ปลายเปิด เช่น รูปภาพ กราฟ ตารางหรือสมการ และ 3) การตั้งปัญหาแบบอิสระ (free problem) เป็นการตั้งปัญหาจากเรื่องหรือหัวข้อ ที่กำหนด ซึ่งจากงานวิจัยของ Pittalis et al (2004) พบว่า ลำดับของการตั้งปัญหาส่งผลต่อความสามารถ ในการตั้งปัญหา โดยควรเริ่มจากการตั้งปัญหาแบบ โครงสร้าง จากนั้นเป็นการตั้งปัญหาแบบกึ่งโครงสร้าง และการตั้งปัญหาแบบอิสระ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การเตรียมความพร้อมในด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ เทคนิคและยุทธวิธีการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ การสร้างประสบการณ์สำหรับการตั้งปัญหาที่หลากหลาย ล้วนแล้วแต่เป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้นักศึกษาคู ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สำเร็จ

การก่อให้เกิดปัจจัยดังกล่าวควรให้นักศึกษาคู ได้เชื่อมโยงความรู้ในภาคทฤษฎีสู่การลงมือปฏิบัติจริง ในการสร้างสรรค์ปัญหาจากการระดมสมองเพื่อให้ได้ แนวคิดที่หลากหลาย และควรได้รับข้อเสนอแนะ สำหรับการปรับปรุงปัญหาให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งแนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือ (collaborative learning) แบบเน้นกระบวนการ กลุ่ม (group process based learning) โดยเป็นการจัด การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนทำงานหรือกิจกรรมร่วมกัน

เป็นกลุ่ม และช่วยกันเรียนรู้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของ กลุ่มตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด (Khammani, 2015) ผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์ พบว่า การเริ่มต้นด้วยการตั้งปัญหาเป็น รายบุคคลอาจจะเป็นเรื่องยากสำหรับนักศึกษาคูและ ใช้ระยะเวลานานกว่าการตั้งปัญหาเป็นกลุ่ม เนื่องจาก การตั้งปัญหาโดยใช้กระบวนการกลุ่มจะช่วยเปิดโอกาส ให้นักศึกษาคูได้รับฟังแนวคิดที่หลากหลายจากสมาชิก ในกลุ่ม มีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ร่วมกัน ช่วยกันในการตัดสินใจและลงข้อสรุป ทำให ้ นักศึกษาคูสามารถตั้งปัญหาได้สำเร็จตามระยะเวลาที่ กำหนด จากการศึกษางานวิจัยของ Ellerton (2015) พบว่ากระบวนการกลุ่มเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนา ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักศึกษาคู โดยสมาชิกในกลุ่มจะช่วยกันพิจารณาถึง ความเหมาะสมของปัญหาที่นักศึกษาคูตั้งขึ้น และให้ ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงปัญหา ต่อไป นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้เทคโนโลยีในรูปแบบ ของโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันทางคณิตศาสตร์ เช่น Microsoft Excel, The Geometer's Sketchpad (GSP) และ Desmos เป็นต้น เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่จะช่วย ส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้กับนักศึกษาคู เนื่องจากเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถ นำมาใช้เพื่อสำรวจหาความสัมพันธ์ของข้อมูล เงื่อนไข หรือสถานการณ์ที่กำหนด ทำให้นักศึกษาคูได้เห็น แนวทางในการตั้งปัญหา และยังสามารถใช้ในการ พิจารณาความเป็นไปได้ของปัญหาที่ตั้งขึ้นโดย การหาคำตอบและตรวจสอบคำตอบของปัญหาที่ตั้งขึ้น จากการศึกษาคูของ Crespo and Sinclair (2008) พบว่า การใช้โปรแกรม GSP ในการสำรวจหาความสัมพันธ์ของ ข้อมูลที่กำหนดให้ก่อนการตั้งปัญหาทำให้นักศึกษาคู สามารถตั้งปัญหาและปรับปัญหาที่ตั้งขึ้นให้มีความ น่าสนใจได้ ยิ่งไปกว่านั้นจากการศึกษาของ Daher and Anabousy (2018) พบว่าการนำเทคโนโลยีร่วมกับ เทคนิคการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้นักศึกษาคู สามารถตั้งปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์

จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจนำแนวคิดการเรียนรู้แบบเน้นกระบวนการกลุ่ม ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี มาออกแบบกระบวนการส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษาครู โดยมีการเตรียมความพร้อมด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ เทคนิคและยุทธวิธีในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนลงมือตั้งปัญหา และสร้างประสบการณ์การตั้งปัญหาผ่านลักษณะการตั้งปัญหาที่หลากหลาย ทั้งแบบโครงสร้าง กึ่งโครงสร้าง และแบบอิสระ รวมถึงศึกษาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยกระบวนการดังกล่าวสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนารายวิชาหรือจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (pre - experimental design) แบบแผนการวิจัยแบบกรณีศึกษาการทดลองหนึ่งกลุ่ม (one shot experimental case study) โดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย คือ นักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 26 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย สำหรับการแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยปัญหาที่ใช้เป็นปัญหาท้าทายในเนื้อหาเฉพาะ คำถามปลายเปิดแบบสั้น และปัญหากระบวนการที่เน้นการใช้ยุทธวิธี

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 เป็นส่วนหนึ่งในรายวิชาการแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง จำนวน 12 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 48 ชั่วโมง

4. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ 1) ตัวจัดกระทำ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ และ 2) ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

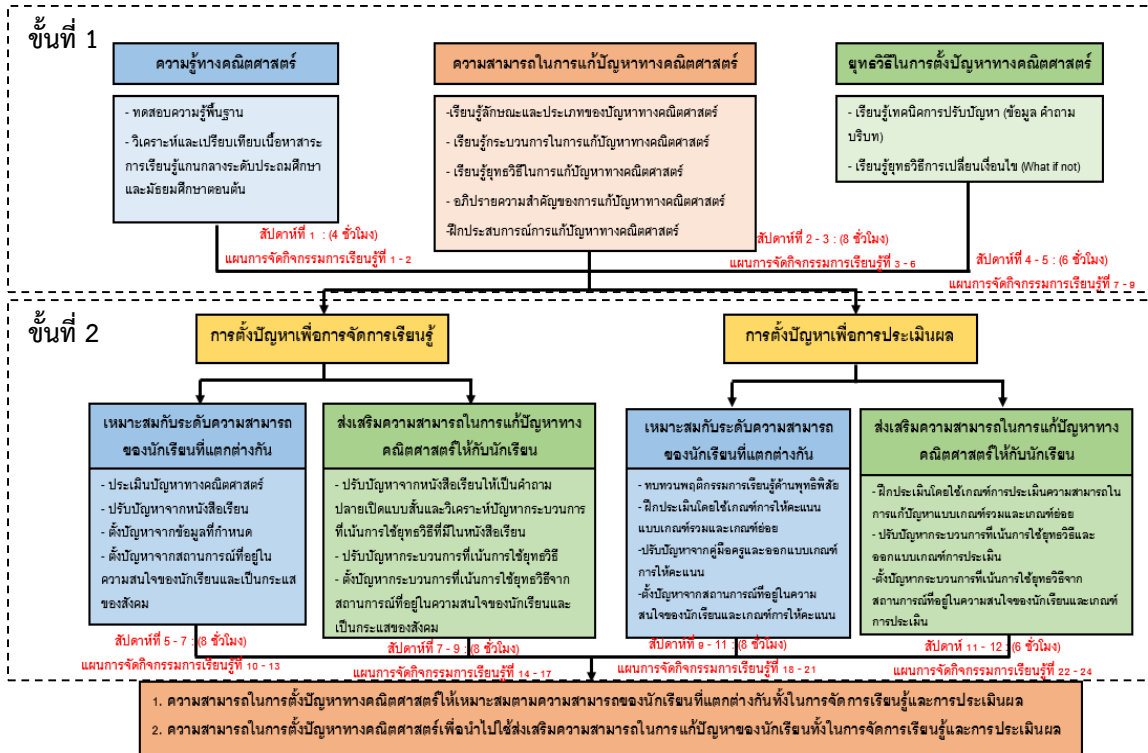
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน และ แบบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกระบวนการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และจากการสัมภาษณ์นักการศึกษาคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษาครูจำนวน 7 คน โดยกระบวนการดังกล่าวใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบเน้นกระบวนการกลุ่ม ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการตั้งปัญหา เป็นขั้นที่ให้นักศึกษาครูมีความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพียงพอก่อนที่จะลงมือตั้งปัญหา โดยมี

กิจกรรมที่ส่งเสริมทั้งความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ ยุทธวิธีการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ **ขั้นที่ 2 การสร้างประสบการณ์การตั้งปัญหา** เป็นขั้นที่ให้นักศึกษาครูได้มีประสบการณ์ในการตั้งปัญหา

ที่หลากหลายทั้งแบบมีโครงสร้าง กึ่งโครงสร้าง และ แบบอิสระ สอดคล้องกับการนำไปใช้งานจริงในชั้นเรียน ประกอบด้วย 2.1) การตั้งปัญหาเพื่อการจัดการเรียนรู้ และ 2.2) การตั้งปัญหาเพื่อการประเมินผล แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผังกระบวนการส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมในชั้นเรียนจะเน้นการลงมือปฏิบัติโดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อให้นักศึกษาครูได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นำเสนออภิปรายในชั้นเรียน ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงชิ้นงาน และกิจกรรมรายบุคคลนอกชั้นเรียนเพื่อให้นักศึกษาครูได้มีประสบการณ์การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มี 24 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 48 ชั่วโมงในแต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ความถูกต้อง ความ

ชัดเจนของเนื้อหา และความเป็นไปได้ของกระบวนการ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. แบบทดสอบความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน

เป็นข้อสอบที่ใช้ตรวจสอบความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐานของนักศึกษาครู และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับเดียวกับนักเรียน เป็นข้อสอบแบบเขียนแสดงวิธีทำ จำนวน 20 ข้อ โดยคัดเลือกจากแบบทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผ่านการพิจารณาความเหมาะสมของแบบทดสอบในด้านความครอบคลุมและความเป็นตัวแทนของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน

3. แบบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบเขียนแสดงวิธีทำ ประกอบด้วย 2 ฉบับ ฉบับละ 3 ข้อ ได้แก่ ฉบับที่ 1 เป็นการตั้งปัญหาเพื่อการจัดการเรียนรู้โดยปรับจากปัญหาที่กำหนดให้เหมาะสมกับความสามารถทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ต่างกันและการตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ฉบับที่ 2 เป็นการตั้งปัญหาเพื่อการวัดและประเมินผลโดยปรับจากปัญหาที่กำหนดเพื่อการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากหัวข้อที่กำหนดเพื่อการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ต่างกัน โดยผ่านการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ($IOC = 1.00$) จากผู้เชี่ยวชาญในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักศึกษาครูกลุ่มเป้าหมาย ในรายวิชาการแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โดยทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐานเพื่อตรวจสอบความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐานและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ใช้เวลาในการทดสอบ 2 ชั่วโมง ซึ่งนักศึกษาครูจะต้องมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จากนั้นนำประเด็นที่นักศึกษาครูผิดพลาดหรือมีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน และดำเนินการทดสอบอีกครั้งหนึ่งสำหรับนักศึกษาครูที่ไม่ผ่านเกณฑ์ โดยใช้ข้อสอบคู่ขนาน นำผลคะแนนที่ได้มาใช้ในการจัดกลุ่มจำนวน 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน โดยละความสามารถและคำนึงถึงความพร้อมของอุปกรณ์ในการเรียนออนไลน์ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต เป็นต้น ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัด

การเรียนรู้จำนวน 24 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 48 ชั่วโมง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ ผ่าน Google Meet บริหารจัดการชั้นเรียนโดยใช้ Google Classroom ดำเนินการทดสอบโดยใช้แบบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 3 ชั่วโมง โดยฉบับที่ 1 ทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนที่ 18 และ ฉบับที่ 2 ดำเนินการทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนที่ 24 วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ตรวจสอบให้คะแนนปัญหาที่นักศึกษาครูตั้งขึ้นทั้งหมด 365 ข้อ โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมประเมินปัญหาอีก 1 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปฏิบัติการสอนนักศึกษาครู สาขาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา แยกกันตรวจอย่างอิสระแล้วนำผลการให้คะแนนมาเปรียบเทียบกัน หากผลไม่สอดคล้องกันผู้วิจัยและผู้ร่วมประเมินปัญหาก็จะนำมาอภิปรายกันและลงข้อสรุป ซึ่งมีความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินเท่ากับ 80.82% โดยเกณฑ์การประเมินปัญหาที่นักศึกษาครูต้องประกอบด้วย 1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ 2) ความสมบูรณ์ของโครงสร้างปัญหา 3) ความเหมาะสมของแนวทางการแก้ปัญหา 4) ความชัดเจนของภาษา 5) ความสมเหตุสมผลของปัญหา และ 6) ความเหมาะสมของการออกแบบเกณฑ์การให้คะแนน พิจารณาผลการประเมินปัญหา โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ คะแนนจากปัญหาที่ตั้งในใบกิจกรรมทั้งกิจกรรมกลุ่มและรายบุคคลคิดเป็นร้อยละ 50 และคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์รายบุคคล จากการทดสอบแบบวัดทั้งสองฉบับ คิดเป็นร้อยละ 50 รวมคะแนนจากทั้งสองส่วนเพื่อนำมาประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูโดยภาพรวม ซึ่งจากคะแนนดังกล่าว นำมาแบ่งพิจารณาเป็น 2 ความสามารถย่อย ได้แก่ ร้อยละ 60 เป็นความสามารถในการตั้งปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ให้เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกันทั้งในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผล และร้อยละ 40 เป็นความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้งในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผล จากนั้นนำผลการประเมินปัญหาที่ได้ของแต่ละบุคคลมาเทียบกับเกณฑ์การประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ (ดัดแปลงจาก Ugsonkid, 2010) ได้แก่ 1) น้อยมาก (ร้อยละ 1 - 29) 2) น้อย (ร้อยละ 30 - 49) 3) ปานกลาง (ร้อยละ 50 - 69) 4) มาก (ร้อยละ 70 - 89) และ 5) ยอดเยี่ยม (ร้อยละ 90 - 100) และผ่านเกณฑ์เมื่อผลประเมินอยู่ในระดับ

ปานกลางขึ้นไป นำเสนอข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ความถี่ และร้อยละ

ผลการศึกษา

ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู เมื่อมองในภาพรวมโดยเฉลี่ยทั้ง 26 คนมีความสามารถในระดับมาก กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูโดยรวมคิดเป็นร้อยละ 70.27 และมีระดับความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูรายบุคคล แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1

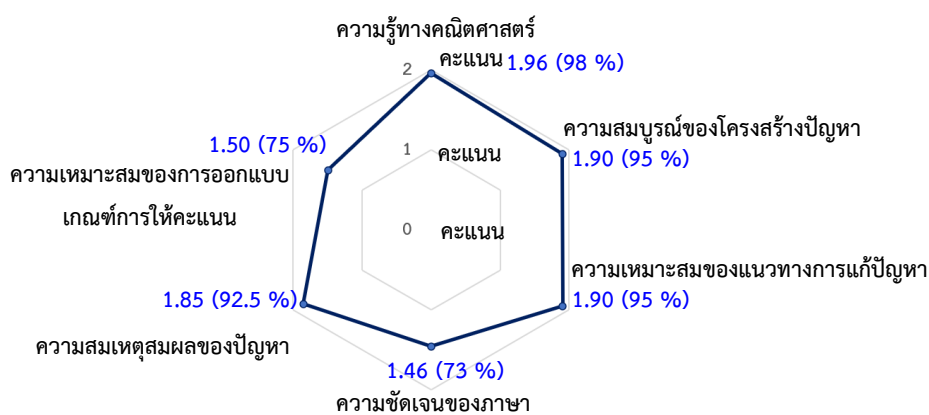
ตารางที่ 1 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูรายบุคคล

ระดับความสามารถ	จำนวน (คน)	จำนวน (ร้อยละ)	ผลการประเมิน
ยอดเยี่ยม	1	3.85	ผ่านเกณฑ์
มาก	15	57.69	
ปานกลาง	7	26.92	
น้อย	3	11.54	ไม่ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 1 พบว่านักศึกษาครู 23 คน จาก 26 คน คิดเป็นร้อยละ 88.46 มีผลการประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด และนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีผลการประเมินอยู่ในระดับมาก แต่ก็ยังมีนักศึกษาครู 3 คน คิดเป็นร้อยละ 11.54 ที่มีผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

เมื่อพิจารณาผลการประเมินปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักศึกษาครูตั้งขึ้นทั้งหกด้าน ดังภาพที่ 2 พบว่าผลการประเมินในแต่ละด้านมีค่าเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 70 โดยมีด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความสมบูรณ์ของโครงสร้างปัญหา ความเหมาะสมของแนวทางการแก้ปัญหา และความสมเหตุสมผลของปัญหาที่

มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 90 แต่มีด้านความชัดเจนของภาษาและความเหมาะสมของการออกแบบเกณฑ์การให้คะแนนที่มีผลการประเมินน้อยกว่าด้านอื่น ๆ ในด้านความชัดเจนของภาษาที่พบส่วนใหญ่จะเป็นการเขียนคำหรือสะกดคำผิด การใช้คำฟุ่มเฟือย ข้อความไม่กระชับ และด้านการออกแบบเกณฑ์การให้คะแนน พบว่า นักศึกษาครูส่วนใหญ่ไม่แสดงรายละเอียดของเกณฑ์ให้ชัดเจน เช่น การกำหนดเกณฑ์ประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อย ไม่ได้เขียนแสดงรายละเอียดที่ชัดเจนของการให้คะแนนในแต่ละรายการประเมิน (การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล) หรือ ให้น้ำหนักคะแนนของในแต่ละรายการประเมินไม่เหมาะสม



ภาพที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักศึกษาครูตั้งขึ้นตามเกณฑ์การประเมินปัญหาทางคณิตศาสตร์

หากพิจารณาความสามารถย่อยในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ได้แก่วิธีความสามารถ ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกัน และ ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ทั้งในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลพบว่าผลการประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกันมีความสอดคล้องกับผลการประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาโดยภาพรวม แต่ผลการประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ส่งเสริมความสามารถใน

การแก้ปัญหานักเรียนต่ำกว่าผลการประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาโดยภาพรวม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกันทั้งในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลในภาพรวมโดยเฉลี่ยของนักศึกษาครูทั้ง 26 คน มีความสามารถในระดับมาก กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูโดยรวมคิดเป็นร้อยละ 73.40 และมีระดับความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูรายบุคคล แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกันทั้งในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผล

ระดับความสามารถ	จำนวน (คน)	จำนวน (ร้อยละ)	ผลการประเมิน
ยอดเยี่ยม	3	11.54	ผ่านเกณฑ์
มาก	14	53.84	
ปานกลาง	6	23.08	
น้อย	3	11.54	ไม่ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 2 พบว่านักศึกษาครู 23 คน คิดเป็นร้อยละ 88.46 มีผลการประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด และนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีผลการประเมินอยู่

ในระดับมาก แต่มีนักศึกษาครู 3 คน คิดเป็นร้อยละ 11.54 ที่มีผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

นักศึกษาครูมีแนวทางในการตั้งปัญหาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ โดยการเพิ่มคำถามย่อยเพื่อให้ นักเรียนได้ทำไปทีละขั้นตอน หรือมีการปรับจำนวน ลักษณะของรูปเรขาคณิต ให้ง่ายต่อการคำนวณ โดยที่ยังสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ สำหรับการปรับปัญหาให้กับนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูง นักศึกษาครูจะ ใช้การปรับจำนวน ลักษณะของรูปเรขาคณิต หรือใช้ ความรู้คณิตศาสตร์อื่น ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้ปัญหานั้นยากต่อการคำนวณหรือมีความซับซ้อน มากยิ่งขึ้น โดยจะยกตัวอย่างการตั้งปัญหาแบบโครงสร้าง สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียน คณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน เช่นตัวอย่างที่ 1 ในภาพที่ 3 มี รายละเอียด ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในสาระการวัดและเรขาคณิต เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้

นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา เกี่ยวกับพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้ มีการปรับข้อมูล และคำถามสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทาง การเรียนคณิตศาสตร์ในระดับต่ำเพื่อให้นักเรียนได้ทำ ไปทีละขั้นตอนจนแก้ปัญหาได้สำเร็จตามโจทย์เดิมที่ กำหนด ซึ่งมีการลากเส้นประเพิ่มเติมให้เป็นรูป สี่เหลี่ยมขนาดใหญ่และให้นักเรียนคำนวณหาพื้นที่ จากนั้นกำหนดหมายเลข 1 และ 2 ให้กับรูปสามเหลี่ยม ขนาดเล็กทั้งสองรูป และหมายเลข 3 ให้กับรูปสี่เหลี่ยม ขนาดเล็ก โดยให้นักเรียนคำนวณหาพื้นที่ของแต่ละ หมายเลขและคำนวณหาพื้นที่รวมของทั้งสามหมายเลข จากนั้นหาคำตอบโดยการนำพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมรูป ใหญ่ลบกับผลรวมของพื้นที่ทั้งสามหมายเลขได้ผลลัพธ์ ในหน่วยตารางเมตร และเปลี่ยนหน่วยเป็นตารางวา ส่วนการปรับปัญหาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูง ได้มีการปรับ ข้อมูลให้มีการใช้ความรู้เพิ่มเติมจากการคำนวณหา พื้นที่ของรูปครึ่งวงกลมและหนึ่งในสี่ของครึ่งวงกลม และเพิ่มการคำนวณมากขึ้นจากการเปลี่ยนหน่วยการวัด

ตารางที่ 3 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้งในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผล

ระดับความสามารถ	จำนวน (คน)	จำนวน (ร้อยละ)	ผลการประเมิน
ยอดเยี่ยม	6	23.08	ผ่านเกณฑ์
มาก	8	30.76	
ปานกลาง	6	23.08	
น้อย	6	23.08	ไม่ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 3 พบว่านักศึกษาครู 20 คน คิดเป็นร้อยละ 76.92 มีผลการประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด และนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีผลการประเมินอยู่ในระดับมาก แต่ก็ยังมีนักศึกษาครู 6 คน คิดเป็นร้อยละ 23.08 ที่มีผลการประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้ปัญหากระบวนการที่เน้นการใช้ยุทธวิธีเป็นปัญหาที่มุ่งให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา โดยนักศึกษาครูมีแนวทางในการตั้งปัญหาดังกล่าวจากการพิจารณายุทธวิธีที่เหมาะสมกับระดับชั้นและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เช่น การเลือกใช้ยุทธวิธีการวาดภาพ ยุทธวิธีการสร้างตาราง ยุทธวิธีการค้นหาแบบรูป ยุทธวิธีการทำงานย้อนกลับ และยุทธวิธีการสร้างโมเดลโดยใช้บาร์โมเดลกับการตั้งปัญหาให้กับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา การเลือกใช้ยุทธวิธีการสร้างโมเดลโดยใช้สมการและยุทธวิธีการให้เหตุผลเชิงตรรกะกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา เป็นต้น โดยยกตัวอย่างการตั้งปัญหาแบบอิสระจากหัวข้อสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ดังตัวอย่างที่ 2 ในภาพที่ 4

จากตัวอย่างที่ 2 เป็นการตั้งปัญหาจากค่าตรวจเชื้อไวรัสโคโรนา แบบ RT-PCR (Real Time PCR) ที่ทราบผลได้ภายใน 48 ชั่วโมง เป็นการตรวจที่ให้ผลแม่นยำกว่าการตรวจแบบ ATK (Antigen Test

Kit) จากแหล่งข้อมูลจริงของโรงพยาบาลสามแห่ง โดยมีค่าตรวจ 3,200 บาท 3,500 บาท และ 6,500 บาท ซึ่งในราคา 6,500 ใช้วิธีการตรวจที่ไม่ต้องลงจากรถ (drive-thru) เมื่อพิจารณาปัญหาที่นักศึกษาครูตั้งกับเกณฑ์การประเมินปัญหา พบว่ามีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเหมาะสมกับเรื่องการบวกและการลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่นักศึกษาครูได้กำหนดไว้ เนื่องจากเป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้การคิดหลายขั้นตอน และส่งเสริมการใช้วิธีคิดที่หลากหลายในการหาคำตอบ โดยสามารถใช้ยุทธวิธีการคิดแบบย้อนกลับร่วมกับการคำนวณปกติ หรือใช้ยุทธวิธีการคิดแบบย้อนกลับร่วมกับการใช้บาร์โมเดล ซึ่งปัญหาข้อนี้หากนำไปใช้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาสามารถใช้ยุทธวิธีการสร้างโมเดลโดยใช้สมการในการแก้ปัญหาได้ ปัญหาที่นักศึกษาครูตั้งขึ้นมีโครงสร้างปัญหาที่ครบถ้วนทั้ง ข้อมูล คำถามและบริบท โดยเป็นบริบทสถานการณ์เชื้อไวรัสโคโรนาทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทในชีวิตจริงทำให้นักเรียนทราบค่าตรวจและลักษณะการตรวจเชื้อไวรัสโคโรนาในปัจจุบัน ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูง ผู้สอนสามารถสอดแทรกวิธีการป้องกันตนเองจากเชื้อไวรัสดังกล่าวได้ ปัญหาที่ตั้งขึ้นสามารถแก้ได้ มีความชัดเจนของภาษา และมีความสมเหตุสมผลของปัญหาเนื่องจากใช้ค่าตรวจจากแหล่งข้อมูลจริง แต่ก็มีข้อควรพิจารณาถึงความเป็นจริงในการตรวจทั้งสามโรงพยาบาลที่อาจจะต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก ซึ่งประเด็นนี้ผู้สอนสามารถนำไปอภิปรายสอบถามความคิดเห็น

เพิ่มเติมกับนักเรียนในชั้นเรียนเกี่ยวกับการตรวจหลาย
ครั้งได้ เช่น เพลงมีความกังวลใจมากจึงตรวจทั้งสาม
โรงพยาบาล หรือ เพลงอาจจะได้สัมผัสกับผู้ติดเชื้อ

โคโรนาไวรัสหลายครั้งจึงทำให้มีการตรวจหลายครั้ง
เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 2 สถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)

เพลงเป็นผู้สัมผัสกับผู้ติดเชื้อโควิด 19 จึงทำการตรวจหาเชื้อแบบ RT-PCR ที่สามารถบอกผลได้อย่างแม่นยำ
โดยเข้ารับการตรวจทั้งหมด 3 โรงพยาบาล ซึ่งโรงพยาบาลที่สองมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าโรงพยาบาลแรก 3,000 บาท
และโรงพยาบาลที่สามมีค่าใช้จ่ายซึ่งน้อยกว่าโรงพยาบาลที่สอง 300 บาท โดยเพลงจ่ายค่าตรวจโควิดในโรงพยาบาล
แรกและโรงพยาบาลที่สองเป็นเงิน 10,000 บาท ถ้าเพลงมีค่าใช้จ่ายในการตรวจหาเชื้อโควิดทั้ง 3 โรงพยาบาล
เป็นเงิน 13,200 บาท อบาททราบว่ามีในโรงพยาบาลแรกเพลงมีค่าใช้จ่ายในการตรวจหาเชื้อโควิดที่บาท

วิธีคิด

ค่าใช้จ่ายทั้งหมด 13,200 บาท	โรงพยาบาลที่สาม	
ค่าใช้จ่ายของโรงพยาบาลแรกและโรงพยาบาลที่สอง 10,000 บาท	โรงพยาบาลที่สอง	300
ค่าใช้จ่ายโรงพยาบาลที่สาม คิดเป็น $13,200 - 10,000 = 3,200$ บาท	โรงพยาบาลแรก	300 3,000
ค่าใช้จ่ายโรงพยาบาลที่สามน้อยกว่าโรงพยาบาลที่สอง 300 บาท		3 แห่ง เท่ากับ $13,200 - 300 - 300 = 3,000$
โรงพยาบาลที่สองมีค่าใช้จ่าย $3,200 + 300 = 3,500$ บาท		3 แห่ง เท่ากับ 9,600
โรงพยาบาลที่สองมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าโรงพยาบาลแรก 3,000 บาท		1 แห่ง เท่ากับ 3,200
ดังนั้น ในโรงพยาบาลแรกเพลงมีค่าใช้จ่าย $3,500 + 3,000 = 6,500$ บาท		ดังนั้น โรงพยาบาลแรกมีค่าใช้จ่าย $3,200 + 300 + 3,000 = 6,500$ บาท

ภาพที่ 4 ตัวอย่างการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าความสามารถ
ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูใน
ภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีนักศึกษาครู 23 คน
จาก 26 คน คิดเป็นร้อยละ 88.46 ผ่านเกณฑ์การ
ประเมินที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถย่อยทั้ง
สองความสามารถ ได้แก่ ความสามารถในการตั้งปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมตามความสามารถของ
นักเรียนที่แตกต่างกันทั้งในการจัดการเรียนรู้และการ
ประเมินผล และ ความสามารถในการตั้งปัญหาทาง
คณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ส่งเสริมความสามารถในการ
แก้ปัญหาของนักเรียนทั้งในการจัดการเรียนรู้และการ
ประเมินผล ซึ่งมีนักศึกษาครูผ่านเกณฑ์การประเมิน คิด
เป็นร้อยละ 88.46 และ 76.92 ตามลำดับ จากผลการ

ประเมินดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้โดยใช้กระบวนการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถ
ส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
ให้กับนักศึกษาครูได้เป็นอย่างดี ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก

1. ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการตั้งปัญหา

ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมให้นักศึกษาครูได้มีความรู้และ
ประสบการณ์ที่เพียงพอสำหรับใช้ในการตั้งปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความรู้พื้นฐาน
ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู เติมเต็มความรู้
ดังกล่าวด้วยการปรับแก้โจทย์ทางคณิตศาสตร์ที่
ผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อน ทำให้นักศึกษาครูสามารถใช้
ความรู้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่าง
ถูกต้อง เหมาะสม ซึ่งจะเห็นได้จากผลการประเมินด้าน
ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.96

จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 98 นอกจากนี้กิจกรรมการวิเคราะห์ความแตกต่างของเนื้อหาในแต่ละระดับชั้น ส่งผลให้นักศึกษาครูตั้งปัญหาได้สอดคล้องกับเนื้อหา ชั้น และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตั้งปัญหาทั้งโครงสร้างและแบบอิสระ นักศึกษาคูสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่อยู่ในบริบทชีวิตจริงหรือสิ่งที่อยู่ในความสนใจของนักเรียนกับความรู้ทางคณิตศาสตร์นำมาตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมายให้กับนักเรียนได้ หลังจากนักศึกษาคูมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอแล้วได้มีการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักศึกษาคูสามารถตั้งปัญหาที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ทั้ง ข้อมูล คำถามและบริบท และตรงกับประเภทของปัญหาที่กำหนด ตลอดจนการเรียนรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีในการแก้ปัญหา กระบวนการในการแก้ปัญหาและฝึกปฏิบัติการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีที่หลากหลาย ทำให้ปัญหาที่นักศึกษาคูตั้งขึ้นสามารถหาคำตอบได้และใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับระดับความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งจะเห็นได้จากผลการประเมินทั้งด้านความสมบูรณ์ของโครงสร้างปัญหาและด้านความเหมาะสมของแนวทางการแก้ปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.90 จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 95 แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมดังกล่าวส่งผลต่อการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคูทั้งด้านโครงสร้างปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับงานวิจัยของ Leavy & Hourigan (2019) ที่พบว่านักศึกษาคูที่มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะมีความสามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีได้ (worthwhile mathematical problem) สอดคล้องกับ Rosli et al. (2015) พบว่านักศึกษาคูที่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาก่อนจะช่วยให้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ได้ดีขึ้น กิจกรรมสำคัญอีกกิจกรรมหนึ่งที่ทำให้นักศึกษาคูได้มีเครื่องมือสำหรับใช้ในการตั้งปัญหา คือ กิจกรรมเทคนิคและยุทธวิธีในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักศึกษาคูได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติทั้งยุทธวิธีการปรับข้อมูลและเทคนิคการเปลี่ยนเงื่อนไขโดยการปรับเปลี่ยน ตัด เพิ่มเติม ข้อมูล คำถาม หรือบริบท ส่งผลให้นักศึกษาคูสามารถตั้งปัญหาให้เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันของนักเรียนทั้งนักเรียนที่มีความสามารถในระดับต่ำและนักเรียนที่มีความสามารถในระดับสูง ตลอดจนนำมาใช้ในการตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ ดังนั้นจะเห็นว่ากิจกรรมทั้งสามส่วน ได้แก่ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ เทคนิคและยุทธวิธีในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักศึกษาคูสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการตั้งปัญหาได้อย่างถูกต้อง ตั้งปัญหาที่มีโครงสร้างสมบูรณ์และสามารถแก้ได้ สอดคล้องกับ Kontorovich (2009) และ Kontorovich et al. (2012) ที่ได้กำหนดให้ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ เทคนิคและยุทธวิธีในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญของกรอบแนวคิดการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ขั้นสร้างประสบการณ์การตั้งปัญหา

ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมให้นักศึกษาคูได้นำความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการตั้งปัญหา มาใช้ในการตั้งปัญหาที่มีความหลากหลาย โดยเริ่มจากกิจกรรมการร่วมกันพิจารณาและสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินปัญหาเพื่อให้นักศึกษาคูได้ตระหนักว่าปัญหาที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร และเป็นแนวทางในการตั้งปัญหาให้สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน กิจกรรมดังกล่าวส่งผลให้ผลการประเมินปัญหาของนักศึกษาคูในแต่ละด้านมากกว่าร้อยละ 70 นอกจากนี้การจัดกิจกรรมให้นักศึกษาคูเรียนรู้ลักษณะของเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้

และผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และตรวจให้คะแนนจากแนวคิดการแก้ปัญหาของนักเรียน แล้วนำมาอภิปรายร่วมกันถึงผลการให้คะแนนของแต่ละกลุ่ม ทำให้นักศึกษาครูเข้าใจในแนวทางการประเมินผล ส่งผลให้นักศึกษาครูสามารถออกแบบเกณฑ์การให้คะแนนของปัญหาที่ตั้งขึ้นได้อย่างเหมาะสม ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75 รวมถึงการวางลำดับงานทางคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษาครูส่งผลให้นักศึกษาครูมีความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยเริ่มจากการตั้งปัญหาแบบมีโครงสร้าง ซึ่งเป็นการปรับปัญหาทางคณิตศาสตร์จากในหนังสือเรียน คู่มือครู และแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ จากนั้นตั้งปัญหาแบบกึ่งโครงสร้าง คือการตั้งปัญหาจากข้อมูล สถานการณ์และการตั้งปัญหาแบบอิสระจากหัวข้อที่กำหนด ซึ่งเป็นการวางลำดับจากง่ายไปยากหรือค่อย ๆ เพิ่มความท้าทายมากขึ้น กล่าวคือ การตั้งปัญหาแบบมีโครงสร้างนั้นนักศึกษาครูสามารถปรับข้อมูล คำถามหรือบริบทของปัญหา แต่ยังคงจุดประสงค์การเรียนรู้เดิมของผู้เรียนไว้ สำหรับการตั้งปัญหาแบบกึ่งโครงสร้างและแบบอิสระนั้น นักศึกษาครูจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของเนื้อหา ระดับชั้นของนักเรียนและตั้งจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pittalis et al. (2004) เกี่ยวกับการวางลำดับงานสำหรับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยควรเริ่มจากการตั้งปัญหาแบบโครงสร้าง จากนั้นเป็นการตั้งปัญหาแบบกึ่งโครงสร้าง และตั้งปัญหาแบบอิสระ นอกจากนี้การวางกิจกรรม “การตั้งปัญหาเพื่อการจัดการเรียนรู้” ก่อน “กิจกรรมการตั้งปัญหาเพื่อการประเมินผล” นั้น ทำให้นักศึกษาครูได้มีประสบการณ์การตั้งปัญหาครบทั้งสามแบบก่อนแล้วนำประสบการณ์ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการตั้งปัญหาเพื่อการประเมินผล ซึ่งจะสามารถตั้งปัญหาทั้งสามแบบอีกรอบหนึ่ง พร้อมกับการออกแบบเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับประเมินผลการเรียนรู้และประเมินผลการแก้ปัญหาของนักเรียน ด้วยเหตุนี้ทำให้นักศึกษาครู

สามารถตั้งปัญหาได้ดีขึ้นจากการใช้ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่และพัฒนาต่อยอดให้ดียิ่งขึ้น

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กระบวนการกลุ่ม เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ซึ่งนักศึกษาครูสามารถเลือกเข้ากลุ่มได้ภายใต้เงื่อนไขของผลการทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และความพร้อมของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนออนไลน์ สำหรับในการจัดกิจกรรมในแต่ละครั้งผู้วิจัยได้สร้างห้องย่อย รูปแบบออนไลน์ใน Google Meet สำหรับแต่ละกลุ่ม นักศึกษาครูสามารถพูดคุยปรึกษาหารือกันได้อย่างอิสระและสามารถสอบถามผู้สอนได้ทุกเมื่อเสมือนอยู่ในชั้นเรียนจริง จากการสังเกตพบว่า นักศึกษาครูแต่ละกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันตลอดจนช่วยกันตรวจสอบปัญหาที่ตั้งขึ้นทั้งภายในกลุ่ม และจากสมาชิกกลุ่มอื่น โดยเฉพาะด้านความชัดเจนของภาษา เนื่องจากนักศึกษาครูจะต้องแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อน และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงปัญหาใหม่ ซึ่งในช่วงแรก ๆ พบว่ากลุ่มที่ได้รับผิดชอบในการแก้ปัญหาจะเกิดความสับสนในข้อความของปัญหาที่กลุ่มเพื่อนตั้ง เนื่องจากปัญหามีความคลุมเครือ ไม่ชัดเจน ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ผลการประเมินด้านความชัดเจนของภาษามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.46 จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73 ซึ่งมีผลคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าด้านอื่น ๆ แต่หลังจากมีการให้ข้อเสนอแนะจากกลุ่มเพื่อนและผู้สอน พบว่านักศึกษาครูมีการใช้ข้อความที่ชัดเจนและถูกต้องมากขึ้น โดยมีความระมัดระวังในการใช้ภาษา ข้อความ การสะกดคำต่าง ๆ ยิ่งไปกว่านั้น การอภิปรายในกลุ่มและการให้ข้อเสนอแนะระหว่างกลุ่มยังช่วยให้นักศึกษาครูตั้งปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับบริบททั้งในบริบทคณิตศาสตร์และบริบทชีวิตจริง ซึ่งจะเห็นได้จากผลการประเมินด้านความสมเหตุสมผลของปัญหามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.85 จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 92.50 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการ

กลุ่มมีส่วนช่วยให้นักศึกษาคูตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สำเร็จและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ellerton (2015) พบว่าการร่วมกันคิด แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มและการให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน มีส่วนช่วยให้นักศึกษาคูตั้งปัญหาได้อย่างเหมาะสม สำหรับการใช้เทคโนโลยีในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ในขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการตั้งปัญหา ได้มีการนำเทคโนโลยี ได้แก่ Microsoft Excel, The Geometer's Sketchpad (GSP) และ Desmos มาใช้ร่วมกับการเรียนรู้เทคนิคและยุทธวิธีในการตั้งปัญหา พบว่านักศึกษาคูได้มีการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวและเล็งเห็นประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีมาช่วยเพื่อสร้างข้อความคาดการณ์และตรวจสอบคำตอบของปัญหาที่ตั้งขึ้น ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับงานวิจัยของ Daher & Anabousy (2018) พบว่านักศึกษาคูที่ใช้เทคนิคการเปลี่ยนเงื่อนไขร่วมกับการใช้เทคโนโลยีจะสามารถตั้งปัญหาที่ดีและสร้างสรรค์อย่างใดก็ตาม ในขั้นสร้างประสบการณ์การตั้งปัญหาผู้วิจัยได้ให้โอกาสกับนักศึกษาคูในการเลือกใช้หรือไม่ใช้เทคโนโลยีในการตั้งปัญหา กลับพบว่านักศึกษาคูจำนวนน้อยที่นำเทคโนโลยีมาใช้ในการตั้งปัญหา อาจจะเนื่องจากปัญหาทางคณิตศาสตร์บางข้อไม่ได้มีความซับซ้อนมากในการแก้ปัญหาและการใช้เทคโนโลยีส่งผลให้นักศึกษาคูใช้ระยะเวลานานในการสำรวจปัญหาหรือสร้างสูตร/รูปทั่วไปสำหรับพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา

อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาในความสามารถย่อยได้แก่ ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกันและความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน พบว่า ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกันมีผลสอดคล้องกับความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคูในภาพรวมกล่าวคือ ระดับความสามารถอยู่ในระดับมาก แต่

ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนนั้นมีผลระดับความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง ผลเป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการตั้งปัญหาที่เน้นการใช้ยุทธวิธี เป็นกิจกรรมกลุ่มทั้งหมด นักศึกษาคูจึงขาดประสบการณ์ในการตั้งปัญหารายบุคคล แตกต่างกับการตั้งปัญหาตามความสามารถของนักเรียนที่มีทั้งกิจกรรมกลุ่มและรายบุคคล

จากผลการประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคูคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งนักการศึกษาคณิตศาสตร์สามารถนำกระบวนการของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ตลอดจนการวัดประเมินผลความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร รายวิชา หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษาคู เพื่อให้นักศึกษาคูได้นำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ตลอดจนการเป็นครูคณิตศาสตร์ต่อไปในอนาคตได้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการดำเนินการวิจัยประสบผลสำเร็จเนื่องจากได้มีการจัดประสบการณ์ให้นักศึกษาคูมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเทคนิคและยุทธวิธีในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพียงพอสำหรับการตั้งปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติในการตั้งปัญหาที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักศึกษาคูได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยกันคิด ช่วยกันทำ ผ่านกระบวนการกลุ่มโดยมีผู้สอนคอยให้คำปรึกษา เมื่อพิจารณาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน พบว่า มีผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง และมีนักศึกษาคูจำนวนหนึ่งที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ผลเป็นเช่นนี้อาจ

เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถดังกล่าวเป็นกิจกรรมกลุ่มทั้งหมด นักศึกษาครูจึงขาดประสบการณ์ในการตั้งปัญหายบุคคล ดังนั้นในการจัดกิจกรรมผู้สอนควรให้นักศึกษาครูได้มีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาเป็นรายบุคคลหลังจากได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติด้วยกระบวนการกลุ่มแล้ว

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูจากมุมมองของผู้วิจัยและผู้ร่วมประเมินเท่านั้น ซึ่งผลการประเมินที่ได้อาจจะมีความแตกต่างกับการนำปัญหาไปใช้จริงในชั้นเรียน ในการทำวิจัยครั้งต่อไปอาจจะมีการนำปัญหาที่นักศึกษาครูตั้งขึ้นไปใช้จริงในชั้นเรียนและนำผลจากการใช้งานจริงมาร่วมพิจารณาในการประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ และงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความกรุณาจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญหลายท่านที่กรุณาให้คำแนะนำในแต่ละขั้นตอนการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

References

Brown, S. I., & Walter, M. I. (2005). *The art of problem posing*. Psychology Press.

Crespo, S. (2003). Learning to pose mathematical problems: Exploring changes in preservice teachers' practices. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 243-270.

Crespo, S. (2003). & Sinclair, N. (2008). What makes a problem mathematically interesting? Inviting prospective teachers to pose better problems. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(5), 395-415.

Daher, W., & Anabousy, A. (2018). Creativity of pre-service teachers in problem posing. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 14(7), 2929-2945.

Ellerton, N. F. (2015). Problem posing as an integral component of the mathematics curriculum: A study with prospective and practicing middle-school teachers. *In Mathematical Problem Posing*, New York. Springer: 513-543.

Grouws, D. (2006). *Handbook of research on mathematics teaching and learning: (A project of the National Council of Teachers of Mathematics)*. 1 Vol. IAP.

Grundmeier, T. A. (2015). Developing the problem-posing abilities of prospective elementary and middle school teachers. *In Mathematical Problem Posing*, New York. Springer: 411-431.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2013). Example of mathematics assessments. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai].

Isik, C., Kar, T., Yalcin, T., & Zehir, K. (2011). Prospective teachers' skills in problem posing with regard to different problem posing models. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 485-489.

- Khammani, T. (2015). *Teaching techniques: Knowledge for effective learning process*. Bangkok: Darn Sutha Press Company Limited. [in Thai]
- Kilic, C. (2013a). Determining the Performances of Pre-Service Primary School Teachers in Problem Posing Situations. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 13(2), 1207-1211.
- Kilic, C. (2013 b). Pre-service primary teachers' free problem-posing performances in the context of fractions: An example from Turkey. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 22(4), 677-686.
- Kilic, C. (2017). A new problem-posing approach based on problem-solving strategy: Analyzing pre-service primary school teachers' performance. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 17(3).
- Kontorovich, I. (2009). Essential aspects for inclusion in future consolidated problem posing frameworks. In *Proceeding of the sixth International Conference on Excellent in Academia*.
- Kontorovich, I., Koichu, B., Leikin, R., & Berman, A. (2012). An exploratory framework for handling the complexity of mathematical problem posing in small groups. *The Journal of Mathematical Behavior*, 31(1), 149-161.
- Lappan, G. (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston (Virginia): NCTM.
- Lavy, I., & Bershadsky, I. (2003). Problem posing via "what if not?" strategy in solid geometry—a case study. *The Journal of Mathematical Behavior*, 22(4), 369-387.
- Leavy, A., & Hourigan, M. (2019). Posing mathematically worthwhile problems: developing the problem-posing skills of prospective teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 23(4), 341-361.
- Lee, J. E. (2012). Prospective elementary teachers' perceptions of real-life connections reflected in posing and evaluating story problems. *Journal of Mathematics Teacher Education*, (6), 429-452.
- Lee, Y., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2018). Mathematics teachers' subject matter knowledge and pedagogical content knowledge in problem posing. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 13(2), 75-90.
- Nicol, C., & Bragg, L. (2009). Designing problems: What kinds of open-ended problems do preservice teachers pose?. In *PME 2009: Proceedings of 33rd Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. PME: 225-232.

- Paolucci, C., & Wessels, H. (2017). An Examination of preservice teachers' capacity to create mathematical modeling problems for children. *Journal of Teacher Education*, 68(3), 330-344.
- Pittalis, M., Christou, C., Mousoulides, N., & Pitta-Pantazi, D. (2004). A structural model for problem posing. In *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 49-56.
- Rosli, R., Capraro, M. M., Goldsby, D., Onwuegbuzie, A. J., & Capraro, R. M. (2015). Middle-grade preservice teachers' mathematical problem solving and problem posing. In *Mathematical problem posing*. Springer: 333-354.
- Sengul, S., & Katranci, Y. (2015). Free problem posing cases of prospective mathematics teachers: Difficulties and solutions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 1983-1990.
- Silber, S., & Cai, J. (2017). Pre-service teachers' free and structured mathematical problem posing. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(2), 163-184.
- Stickles, P. R. (2011). An analysis of secondary and middle school teachers' mathematical problem posing. *Investigations in Mathematics Learning*, 3(2), 1-34.
- Stoyanova, E., & Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into students' problem posing in school mathematics. *Technology in mathematics education*, 518-525.
- Silber, S., & Cai, J. (2017). Pre-service teachers' free and structured mathematical problem posing. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 48(2), 163-184.
- Unver, S. K., Hidiroglu, C. N., Dede, A. T., & Guzel, E. B. (2018). Factors Revealed while Posing Mathematical Modelling Problems by Mathematics Student Teachers. *European Journal of Educational Research*, 7(4), 941-952.
- Ugsonkid, S. (2010). *The develop of a model to enhance teaching ability on mathematical problem solving and problem posing for preservice teachers (Doctoral dissertation)*. Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai].
- Yilmaz, Y., Durmus, S., & Yaman, H. (2018). An investigation of pattern problems posed by middle school mathematics preservice teachers using multiple representation. *International Journal of Research in Education and Science*, 4(1), 148-164.