

# การศึกษาศามารถของนักศึกษาคครูในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

## The Study of Pre-Service Teachers' Ability in Selecting and Implementing Mathematical Tasks for Instruction

เบญจมาศ เหล่าขวัญสถิตย์<sup>1</sup>, วันดี เกษมสุขพิพัฒน์<sup>2</sup>, ชนิศรรา เลิศอมรพงษ์<sup>3</sup>

และ ทรงชัย อักษรคิด<sup>4</sup>

Benjamas Laokwansathit<sup>1</sup>, Wandee Kasemsukpipat<sup>2</sup>, Chanisvara Lertamorpong<sup>3</sup>

and Songchai Ugsonkid<sup>4</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>2,3,4</sup>ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>1</sup>Major of Teaching Mathematics, Faculty of Education, Kasetsart University, Thailand

<sup>2,3,4</sup>Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Thailand

Corresponding Author, E-mail: <sup>1</sup>blaok@ipst.ac.th

Received April 25, 2023; Revised July 4, 2023; Accepted October 4, 2023

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาศามารถของนักศึกษาคครู ในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาคครูชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ที่เรียนในรายวิชาเรื่องเฉพาะทางการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (Selected Topics in Mathematics Instruction) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 18 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศามารถในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ และ 2) แบบบันทึกหลังการสอน ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอน วิดีทัศน์บันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ คำตอบของนักศึกษาคครูในใบกิจกรรมการเรียนรู้ และอนุทินถูกนำมาใช้ในการตอบคำถามวิจัย ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า

1. นักศึกษาคครูทุกคน แสดงความเข้าใจปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับงานทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ตามเป้าหมายที่กำหนด

2. นักศึกษาคครูทุกคน สามารถวางแผนการนำงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมสติปัญญาขั้นสูงไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อเปิดโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียนตามบริบทที่กำหนด

3. นักศึกษาครูทุกคน สามารถวิเคราะห์ และสะท้อนคิดเพื่อพัฒนาการนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยในบทบาทของผู้สังเกตการสอน นักศึกษาครูวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างภาระงานของครูและลักษณะของงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียนส่วนบทบาทของผู้สอน นักศึกษาครูสะท้อนคิดเกี่ยวกับการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ ไปใช้จัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้

**คำสำคัญ:** ความสามารถในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้; การเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้; งานทางคณิตศาสตร์

## Abstract

This research aimed to study pre-service teachers' ability in selecting and implementing mathematical tasks for instruction. The participants were 18 fourth-year pre-service teachers in Teaching Mathematics Major at Faculty of Education, who registered in "the Selected Topics in Mathematics Instruction course" in the second semester of the academic year 2021. The research instruments were 1) lesson plans developed to enhance selecting and implementing mathematical tasks for instruction and 2) teaching logs. The data used to answer research questions came from teaching log, video recording of each lesson, and students' responses in worksheets and journals. The data were analyzed by using content analysis. The research results were as follows;

1. All pre-service teachers expressed their understanding on the factors related to mathematical tasks that affect learners' learning by designing mathematical tasks in accordance with the given objectives.

2. All pre-service teachers were able to plan to implement mathematical tasks, which promoting high cognitive demand to create learning opportunities for students in the given contexts.

3. All pre-service teachers were able to evaluate and reflect on how to implement mathematical tasks effectively. As the roles of observers, the pre-service teachers could analyze the relationship between teachers' practices and characteristics of mathematical tasks that affect students' learning opportunities. As the roles of teachers, they could reflect on the selection and implementation mathematical tasks for instruction to achieve the learning goal.

**Keywords:** Ability to Select and Implement Mathematical Tasks for Instruction; Select and Implement Mathematical Tasks for Instruction; Mathematical Tasks

## บทนำ

ความสามารถของครูในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ในห้องเรียนมีอิทธิพลต่อการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Stein et al., 2009) เนื่องจากงานทางคณิตศาสตร์ที่ครูเลือกนำไปใช้นั้น เป็นเสมือนตัวขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนที่สามารถกระตุ้นศักยภาพด้านสติปัญญาของนักเรียนได้ซึ่งงานทางคณิตศาสตร์แต่ละงานสามารถสร้างโอกาสในการเรียนรู้ได้แตกต่างกัน งานที่ตั้งเป้าหมาย ให้นักเรียนใช้ความจำ กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนก็จะเป็นเพียงการทำซ้ำตามขั้นตอนวิธี ซึ่งต่างจากงานที่นักเรียนต้องแก้ปัญหา สร้างข้อคาดการณ์ และการให้เหตุผล (Smith & Stein, 1998) การเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สติปัญญาขั้นสูง (higher cognitive demand) ไปใช้จัดการเรียนรู้ จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดีกว่างานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สติปัญญาขั้นพื้นฐาน (lower cognitive demand) (Stein & Lane, 1996)

การที่ครูเลือกงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ระดับทางสติปัญญาขั้นสูงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นยังไม่สามารถยืนยันได้ว่า นักเรียนจะได้รับโอกาสในการใช้ระดับทางสติปัญญาขั้นสูง (Henningsen & Stein, 1997) เนื่องจาก สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่องานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สติปัญญาขั้นสูง จะมีความซับซ้อนมากกว่างานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ระดับทางสติปัญญาขั้นพื้นฐาน ซึ่งอาจจะทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้ไม่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ของนักเรียน นักเรียนอาจเกิดความย่อท้อ และเป็นสาเหตุที่ทำให้ครูเลือกใช้วิธีการปรับสถานการณ์หรือคำถามให้ซับซ้อนน้อยลง หรือบอกวิธีการหาคำตอบแทนการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง จึงทำให้ระดับชั้น ทางสติปัญญาที่ตั้งเป้าหมายไว้ในงานทางคณิตศาสตร์นั้นลดลงจากที่ครูกำหนดไว้ (Henningsen, 2000)

การนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ทั้งครูประจำการและนักศึกษาครูจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนและทักษะในการนำอภิปรายในระหว่างการจัดการเรียนรู้ (Boston & Smith, 2011; Henningsen & Stein, 1997) โดยเฉพาะนักศึกษาครูที่ยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเลือกประเภทงานทางคณิตศาสตร์และการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถดึงศักยภาพด้านสติปัญญาของนักเรียนได้ รวมถึงการนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในห้องเรียน (Osana et al., 2006)

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ของนักศึกษาครูในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้นั้น นักศึกษาครูจำเป็นต้องได้รับประสบการณ์เช่นเดียวกับกระบวนการเรียนรู้ที่ต้องการพัฒนานักเรียน ซึ่งนักศึกษาครูจะต้องเรียนรู้ลักษณะงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมสติปัญญาแต่ละประเภท การวิเคราะห์ระดับชั้นทางสติปัญญาที่นำมาใช้ในงานทางคณิตศาสตร์ และการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ หรือเป้าหมายการเรียนรู้ (Boston &

Smith, 2011; Stein et al., 2009) ได้เห็นวิธีการคิดและการตอบสนองต่องานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้ นักศึกษาครูได้เห็นศักยภาพของงานทางคณิตศาสตร์ ที่ส่งผลต่อการพัฒนาสติปัญญาของนักเรียน รวมถึงการเรียนรู้วิธีการนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในห้องเรียน (Arbaugh & Brown, 2005)

อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลการศึกษางานวิจัยดังกล่าว ยังไม่พบการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมความสามารถของนักศึกษาครูในการนำอภิปรายในห้องเรียนในระหว่างการนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ซึ่งการส่งเสริมความสามารถดังกล่าว จะเกิดประโยชน์ต่อนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ในการประกอบวิชาชีพครูต่อไปในอนาคต จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหากระบวนการ ที่ช่วยสร้างประสบการณ์ สำหรับการพัฒนาความสามารถในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้

### วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถของนักศึกษาครูในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้หลังได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้

### ทบทวนวรรณกรรม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ เริ่มต้นจากการพัฒนาความสามารถของครูในการเลือกงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดกรอบแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะงานทางคณิตศาสตร์เป็นแนวคิด แบ่งประเภทงานทางคณิตศาสตร์ตามระดับชั้นทางสติปัญญา (The Mathematical Task Analysis Guide, TAG) (Silver & Stein, 1996) เพื่อเป็นแนวคิดในการเลือกงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้ในการพัฒนานักเรียน เช่น โครงการวิจัย QUASAR (The Quantitative Understanding: Amplifying Student Achievement and Reasoning) ซึ่งใช้แนวคิดดังกล่าว ศึกษาการเลือกงานทางคณิตศาสตร์ ไปใช้จัดการเรียนรู้ของครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่เข้าร่วมงานวิจัย พบว่า การเลือกงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมสติปัญญาชั้นสูงมาใช้นั้น ยังไม่สามารถจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมนักเรียนให้ใช้สติปัญญาชั้นสูงตามเป้าหมายที่กำหนดได้ ด้วยปัจจัยที่ส่งผลต่อการนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก ต่อมาทีมนักวิจัย Henningsen and Stein (1997) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกรอบแนวคิดในการนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ (The Mathematical Tasks Framework, MTF) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อศึกษาอิทธิพลการสอนของครูและโอกาสการเรียนรู้ของ

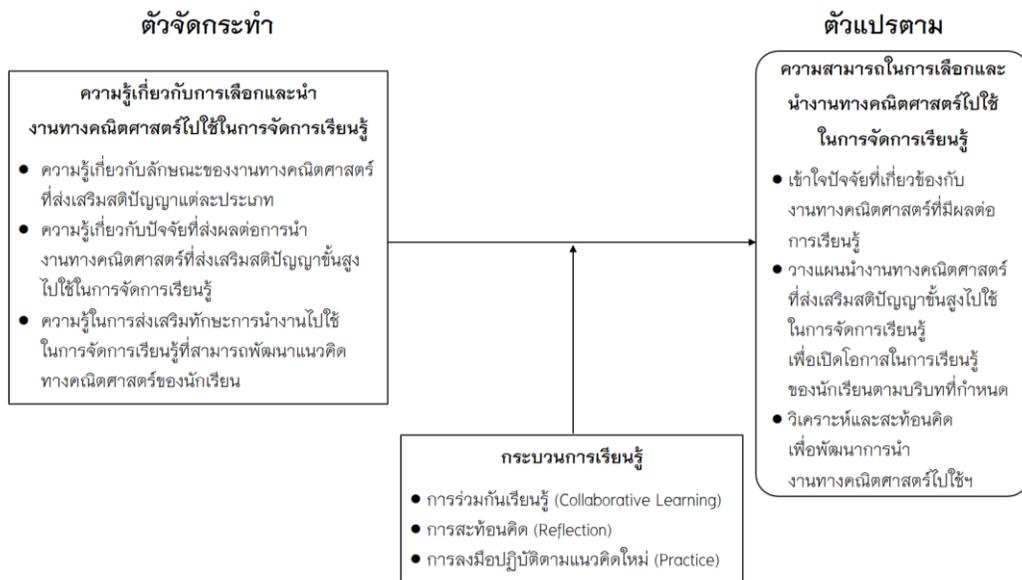
นักเรียน รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการดำเนินงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมระดับชั้นทางสติปัญญาขั้นสูงไปใช้ในห้องเรียน จากการศึกษาดังกล่าว จึงเกิดเป็นชุดกรอบแนวคิดเกี่ยวกับงานทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ วิพากษ์การสอนของครูในการพัฒนาวิชาชีพครูและงานวิจัยทางการศึกษาอย่างกว้างขวาง ซึ่งการพัฒนาความสามารถในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในห้องเรียน จำเป็นต้องได้รับประสบการณ์เช่นเดียวกับกระบวนการเรียนรู้ที่ต้องการพัฒนานักเรียน (Whitehead, 2017)

ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ข้อค้นพบที่ได้จากงานวิจัย เพื่อนำไปออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ องค์ความรู้ที่สำคัญต่อการพัฒนาความสามารถในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ของนักศึกษาครู ซึ่งประกอบด้วย 1) ความรู้เกี่ยวกับลักษณะงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ระดับชั้นทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน จะสร้างโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียนได้แตกต่างกัน (Boston & Smith, 2011) 2) ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการรักษาระดับชั้นทางสติปัญญาของงานที่นำไปใช้ในชั้นเรียน (Stein et al., 2009) และ 3) ความรู้ในการส่งเสริมทักษะการนำงานไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและระดับชั้นทางสติปัญญาที่กำหนดในงาน ซึ่งความรู้ในส่วนนี้เป็นการเติมเต็มองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและความรู้ด้านศาสตร์การสอนที่นักศึกษาครูยังมีไม่เพียงพอ (Stein et al., 2008) รวมถึงกระบวนการในการพัฒนาความรู้และความสามารถในการเลือกและนำ งานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้อย่างเหมาะสม ประกอบด้วย 1) การร่วมกันเรียนรู้ (collaborative learning) เป็นการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการกลุ่มย่อยและกลุ่มใหญ่ เพื่อส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างนักศึกษาครูที่มีความรู้ และประสบการณ์ที่แตกต่างกันได้มีส่วนร่วมกันอภิปราย ให้ข้อเสนอแนะ หรือข้อโต้แย้ง 2) การสะท้อนคิด (reflection) เป็นการกระตุ้นด้วยตัวอย่างงานทางคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมระดับชั้นทางสติปัญญาแต่ละประเภท รวมถึงตัวอย่างการสอน ซึ่งเป็นความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ให้นักศึกษาครูได้สะท้อนคิดตามประสบการณ์ของตนเอง แลกเปลี่ยน หรือสร้างข้อโต้แย้งในการอภิปรายแนวคิดที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้อย่างลึกซึ้งขึ้น หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเกี่ยวกับการสอนได้ (Hargrove, 2015; Whitehead, 2017) และ 3) การลงมือปฏิบัติตามแนวคิดใหม่ (practice) เป็นการลงมือปฏิบัติตาม องค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการร่วมกันเรียนรู้และการสะท้อนคิดร่วมกับผู้อื่นจนกระทั่งได้นำไปบูรณาการในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้โดยอาศัยการสร้างความรู้ผ่านการใช้คำถาม การลงมือปฏิบัติในสถานการณ์และเงื่อนไขที่แตกต่างจากเดิม เช่น การออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ตามบริบทการสอนและตัวชีวิต ที่กำหนด การประเมินและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงการดำเนินงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในห้องเรียน เป็นต้น (Barber, 2016; Boston &

Smith, 2009; Chapman, 2013; Hargrove, 2015; Stein et al., 2009; Whitehead, 2017) โดยรายละเอียดข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย

## กรอบแนวคิดการวิจัย

แนวคิดในการพัฒนาและประเมินความสามารถของนักศึกษาครูในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## ระเบียบวิธีวิจัย

**กลุ่มที่ศึกษา** คือ นักศึกษาครูระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ณ มหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่ง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา เรื่องเฉพาะทางการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 18 คน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. **แผนการจัดการเรียนรู้** เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยนำแนวคิดในการพัฒนาความสามารถในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้นี้ได้ผ่านการประเมินความเหมาะสม ความถูกต้อง และความชัดเจนของเนื้อหา รวมถึงความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบกับกระบวนการในแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 5 คน ซึ่งพบว่า โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมด 12 แผน รวม 30 ชั่วโมง แบ่งเป็น 3 ชุด แต่ละชุดกิจกรรมออกแบบโดยใช้เนื้อหาที่แตกต่างกันตามสาระการ

เรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนปลายตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชุดที่ 1 สารระจํานวนและพีชคณิต ชุดที่ 2 สารระการวัดและเรขาคณิต และชุดที่ 3 สารระสถิติและความน่าจะเป็น การจัดการเรียนรู้แต่ละชุดกิจกรรมจะใช้เวลา 10 ชั่วโมง โดยแต่ละชุดกิจกรรมประกอบด้วย 4 กิจกรรม รายละเอียดดังภาพที่ 2

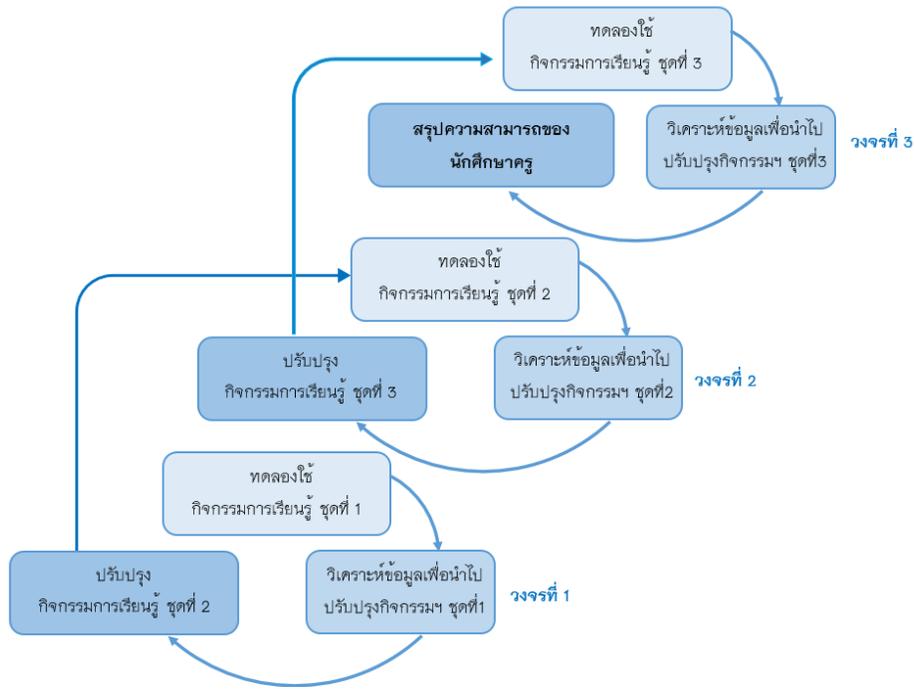


ภาพที่ 2 โครงสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้

2. แบบบันทึกหลังการสอน เป็นบันทึกการสังเกตการสอนของผู้วิจัย เพื่อบันทึกข้อสังเกตเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาครูในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสะท้อนความสามารถของนักศึกษาครูในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมาดำเนินการทดลองใช้กับนักศึกษาครูในรายวิชาเรื่องเฉพาะทางการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ด้วยรูปแบบออนไลน์ผ่าน Zoom พร้อมบันทึกวีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ และบริหารจัดการชั้นเรียนโดยใช้ Google Classroom ร่วมกับช่องทางการสื่อสารผ่านแอปพลิเคชัน Line โดยวางแผนการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดที่ 1 ไปถึงชุดที่ 3 ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลแต่ละวงจรจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1. การนำร่างกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ 2. การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3. การปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปทดลองใช้ในวงจรถัดไป หรือสรุปความสามารถของนักศึกษาครูที่พัฒนาผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร

เก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างการทำกิจกรรมและเมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ แต่ละชุดกิจกรรม ซึ่งข้อมูลในระหว่างการทำกิจกรรม มาจากการเขียนสะท้อนคิดของนักศึกษาครู ในอนุทินและใบกิจกรรม ผลการสังเกตการสอนในแบบบันทึกการสอนหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน และวิดีโอที่บันทึกที่พฤติกรรมของนักศึกษาครูในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม การอภิปราย การเสนอแนะข้อคิดเห็น การให้เหตุผลในการโต้แย้งหรือสนับสนุนในการตอบคำถามในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ในวงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 3 จากการเขียนสะท้อนคิดของนักศึกษาครูในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ การบันทึกข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และการบันทึกเทปวิดีโอที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูลการเรียนรู้ของนักศึกษาครูที่เกิดขึ้นจริง ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยวิเคราะห์ตามองค์ประกอบของความสามารถในการเลือก และนางานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถของนักศึกษาครูในการทำความเข้าใจปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับงานทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน จากงานทางคณิตศาสตร์ที่นักศึกษาครูออกแบบในกิจกรรม “เรียนรู้ผ่านงานทางคณิตศาสตร์” โดยวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างลักษณะของงานทางคณิตศาสตร์กับเป้าหมายที่กำหนด

2. ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถของนักศึกษาครูในการวางแผนงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมสติปัญญาขั้นสูงไปใช้จัดการเรียนรู้ เพื่อเปิดโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียน แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1) คำตอบของนักศึกษาครูจากการวิเคราะห์ตัวอย่างการสอนในกิจกรรม “เรียนรู้จากห้องเรียน” โดยวิเคราะห์การระบุเหตุผลประกอบการพิจารณาการนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้สติปัญญาได้ตามเป้าหมายการเรียนรู้

2) การวางแผนงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวทางการคาดการณ์คำตอบของนักเรียนมาใช้วางแผนการอภิปรายในกิจกรรม “ร่วมกันคิด” โดยวิเคราะห์การวางแผนงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามบริบท ซึ่งเป็นแนวทางที่ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงวิธีการหาคำตอบของตนเองกับแนวคิดที่เป็นเป้าหมายการเรียนรู้

3. ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถของนักศึกษาครูในการวิเคราะห์และสะท้อนคิดเพื่อพัฒนาการนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1) การบันทึกการสังเกตการสอนของนักศึกษาครูในกิจกรรม “แลกเปลี่ยนเรียนรู้” โดยวิเคราะห์แนวคิดการนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้

2) การบันทึกอนุทินของนักศึกษาครูในกิจกรรม “แลกเปลี่ยนเรียนรู้” โดยวิเคราะห์ประเด็นของการสะท้อนคิดเกี่ยวกับการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้

## ผลการวิจัย

ผลการศึกษาหลังจากนักศึกษาครูร่วมกิจกรรมครบทั้ง 3 วงจร พบว่า นักศึกษาครูทุกคนมีความสามารถในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแสดงออกตาม 3 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. นักศึกษาครูทุกคนแสดงความเข้าใจปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับงานทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมสติปัญญาขั้นสูงและสอดคล้องกับตัวชี้วัดที่กำหนด ดังตัวอย่างงานทางคณิตศาสตร์ที่นักศึกษาครูออกแบบในภาพที่ 4 โดยเงื่อนไขเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย จึงยังไม่รู้วิธีหาคำตอบได้ในทันที นักเรียนจะต้องตีความสถานการณ์ปัญหา เชื่อมโยง

ความรู้เกี่ยวกับการอ่านตารางสองทาง และความรู้เรื่องค่าเฉลี่ยมาประยุกต์ใช้ในการตอบคำถามและให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบ

ในร้านอาหารแห่งหนึ่งจัดโปรโมชั่นพิเศษเนื่องในชนช่วงปีใหม่ให้กับลูกค้าที่มาทานเป็นครอบครัว ดังนี้

น้ำหนักเฉลี่ยในครอบครัว	โปรโมชั่น
น้อยกว่า 45 กก.	ทุกเมนูลดครึ่งราคา ฟรีเครื่องดื่ม
มากกว่า 45 กก. แต่ไม่น้อยกว่า 50 กก.	แถมฟรี 3 เมนู ฟรีเครื่องดื่ม
มากกว่า 50 กก. แต่ไม่น้อยกว่า 55 กก.	แถมฟรี 3 เมนู ฟรีเครื่องดื่ม
มากกว่า 55 กก. แต่ไม่น้อยกว่า 60 กก.	แถมฟรี 3 เมนู ฟรีเครื่องดื่ม
มากกว่า 60 กก. แต่ไม่น้อยกว่า 65 กก.	ฟรีเครื่องดื่ม
มากกว่า 65 กก. แต่ไม่น้อยกว่า 70 กก.	เครื่องดื่มลดครึ่งราคา
มากกว่า 70 กก.	ราคาปกติ
เท่ากับ 45 กก. 50 กก. 55 กก. 60 กก. 65 กก. หรือ 70 กก.	รับประทานฟรี

บ่ายวันหนึ่งโหม้สและครอบครัวได้เข้ามารับประทานอาหารที่ร้านดังกล่าว ซึ่งครอบครัวของโหม้สประกอบด้วย โหม้ส ภรรยา ลูกชาย คุณปู่และคุณย่า และได้รับโปรโมชั่นฟรีเครื่องดื่ม ถ้าคุณปู่และคุณย่าหนัก 55.53 กิโลกรัม และ 58.44 กิโลกรัม ตามลำดับ

- 1) เป็นไปได้หรือไม่ที่โหม้ส ภรรยา และลูกชายจะมีน้ำหนัก 59.46 กิโลกรัม, 47.30 กิโลกรัม และ 52.87 กิโลกรัม ตามลำดับ เพราะเหตุใด
- 2) ถ้าครอบครัวของโหม้สมีน้ำหนักเฉลี่ย 62.91 กิโลกรัม น้ำหนักของโหม้ส ภรรยาและลูกชาย เป็นเท่าไร
- 3) หากในช่วงเย็นโหม้ส ภรรยา และลูกชายมาที่ร้านนี้อีกครั้ง จะได้รับโปรโมชั่นใดของร้าน เพราะเหตุใด

#### ภาพที่ 4 ตัวอย่างงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมสติปัญญาชั้นสูง

2. นักศึกษาครูทุกคน สามารถวางแผนการดำเนินงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมสติปัญญาชั้นสูงไปใช้จัดการเรียนรู้ เพื่อเปิดโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) นักศึกษาครูทุกคน สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างการดำเนินงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ โดยการอธิบายเหตุผลที่ใช้วิเคราะห์การบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ได้อย่างลึกซึ้ง เช่น นักศึกษาครูระบุสาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ตามเป้าหมายการเรียนรู้ เกิดจากครูกำหนดภาระงานไม่ชัดเจน ทำให้นักเรียนให้ความสำคัญกับการออกแบบตกแต่งแผนภูมิ การเลือกตัวแทนนำเสนอมากกว่าการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 5 และการเสนอแนะให้ครูวางแผนจัดลำดับการอภิปราย การใช้คำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย เรียนรู้จากการสังเกตแนวคิดที่แตกต่างกัน และความสอดคล้องของข้อมูลกับการนำเสนอข้อมูล ซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามเป้าหมายที่กำหนดดังภาพที่ 6

2) นักศึกษาครูทุกคน สามารถวางแผนการดำเนินงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามบริบท โดยนำวิธีการหาคำตอบของนักเรียนที่คาดการณ์ไว้มาลำดับ การจัดการเรียนรู้ร่วมกับการใช้คำถาม ซึ่งเป็นแนวทางที่ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงวิธีการหาคำตอบของตนเองกับแนวคิดที่เป็นเป้าหมายการเรียนรู้ได้ เช่น การวางแผนอภิปรายและใช้คำถามในการตรวจสอบ ซึ่งนักเรียน

จะต้องนำความคิดรวบยอดเรื่องการหารมาใช้ในการให้เหตุผลประกอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ดังภาพที่ 7

“นิสิตคิดว่า ครูจอมควรปรับปรุงหรือแก้ไข การสอนในครั้งถัดไปอย่างไร จงอธิบาย”  
จาก การสอนในครั้งนี้นักเรียนเห็นว่านักเรียนไม่ค่อยให้ความสำคัญกับทฤษฎีบท  
แนวคิดทฤษฎีบทพีทาโกรัส แต่ให้ความสำคัญกับทฤษฎีบทเลือกผู้นำเสนอ หรือ ทฤษฎีบทแผนภูมิเป็นส่วนใหญ่  
ซึ่งเกิดจากการสอนไม่ได้เข้าไปแทรกแซงหรือนำเสนอของนักเรียน ดังนั้นมีความคิดเห็นว่า  
เนื่องจากบทหรือทฤษฎีบทเหล่านั้นไม่มีขอบเขต ประเด็น หรือแนวทบทที่เป็นตัวช่วยให้นักเรียน ซึ่งเป็น  
นักเรียนชั้น ป.6 อาจจะไม่ถึงประเด็นที่ครูจอมต้องการ ไม่รู้ว่า นำเสนอส่วนไหนในช่วงเวลา

ภาพที่ 5 ตัวอย่างการระบุสาเหตุที่ใช้พิจารณาการบรรลุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้

การอภิปรายในห้องเรียน ครูควรให้ความสำคัญกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์มากกว่าคำตอบที่ถูกต้อง  
เนื่องจากการนำเสนอข้อมูล ไม่ได้ตายตัวว่าจะต้องเป็นแผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลม หรือ กราฟเส้น  
เท่านั้น แต่สิ่งสำคัญคือ การเลือกรูปแบบการนำเสนอที่สอดคล้องกับข้อมูล ดังนั้นครูจอมควรจัดลำดับ  
การอภิปรายและการใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนได้อธิบายในสิ่งที่เขาทำ ได้สังเกตเห็นถึงการนำเสนอ  
ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และเห็นถึงความสอดคล้องของข้อมูลกับรูปแบบการนำเสนอ ซึ่งจะช่วยให้  
นักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ภาพที่ 6 ตัวอย่างการให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดลำดับการอภิปราย เพื่อปรับปรุงการสอน

หลังจากนั้นแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน และให้โจทย์เพื่อให้นักเรียนร่วมกันทำ จากนั้น  
ครูตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละกลุ่ม

น้องเองทำน้ำส้มคั้น 5.04 ลิตร สำหรับครอบครัวซึ่งมีจำนวน 7 คน รวมตัวเธอด้วย อยากทราบว่าแต่ละคน  
จะได้รับน้ำส้มคั้น คนละกี่ลิตร

สถานการณ์ที่ ① ลุงและป้าของน้องเองเดินทางมาจากต่างจังหวัดมาเยี่ยมอย่างกะทันหัน ถ้าต้องการแบ่งให้  
ลุงกับป้าเพิ่มอีก 2 คน แต่ละคนจะได้รับน้ำส้มคั้นคนละกี่ลิตร

สถานการณ์ที่ ② ถ้าน้องเองทำน้ำส้มคั้น จึงทำให้เหลือน้ำส้มคั้น 4.41 ลิตร สำหรับครอบครัวของเธอ  
อยากทราบว่าแต่ละคนจะได้รับน้ำส้มคั้นคนละกี่ลิตร

1. จากสถานการณ์สามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร
2. ทำไมสถานการณ์ที่ ① ตัวหารจึงเป็น 9
3. สถานการณ์เริ่มแรกแตกต่างจากสถานการณ์ที่ ① อย่างไร
4. ปริมาณน้ำส้มที่น้องเองได้รับมากที่สุด จากสถานการณ์ที่ ① หรือสถานการณ์ที่ ② เพราะเหตุใด

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการวางแผนอภิปรายเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

3. นักศึกษาครูทุกคน สามารถวิเคราะห์ สะท้อนคิด เพื่อพัฒนาการนำงานทางคณิตศาสตร์  
ใช้จัดการเรียนรู้ ในบทบาทของผู้สังเกตการสอนและผู้สอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

**ในบทบาทของผู้สังเกตการสอน** นักศึกษาครูทุกคน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการกระทำของครู และลักษณะงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น การใช้คำถาม การอธิบาย การอธิบาย ดังตัวอย่างคำตอบ ต่อไปนี้

“การใช้คำถามของครูส่งเสริมให้นักเรียนได้สังเกตและอธิบายแนวคิด แต่มีบางช่วงที่ครูแนะนำคำตอบให้นักเรียนชัดเจนเกินกว่าจะเป็นการชี้จุดให้สังเกต ”

“ครูใช้เรื่องความชันมาอธิบายลักษณะของกราฟ นักเรียนชั้นประถมศึกษายังไม่รู้จักครูควรคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของนักเรียน ”

“ การให้นักเรียนเขียนแผนภูมิรูปภาพนำเสนอข้อมูลชุดเดียวกันโดยกำหนดเงื่อนไขด้วยตนเองเปรียบเทียบกับเงื่อนไขที่กำหนด เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่ครูกำหนด ”

**ในบทบาทของผู้สอน** นักศึกษาครูทุกคน สะท้อนคิดเกี่ยวกับการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังตัวอย่างคำตอบ ต่อไปนี้

1) **สะท้อนคิดเกี่ยวกับการเลือกงานทางคณิตศาสตร์** โดยพิจารณาจากเป้าหมายการเรียนรู้และนักเรียน ได้แก่

“ หากเลือกงานทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้ด้านเนื้อหาแต่ไม่คำนึงถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้น การนำงานนั้นไปใช้ย่อมไม่ประสบความสำเร็จ ”

“การเลือกงานที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในชั้นเรียน สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือ ความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่จะนำไปสู่การบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ครูได้กำหนดไว้ งานที่ดีจะต้องส่งเสริมระดับชั้นทางสติปัญญาให้กับนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นการคิด วิเคราะห์สถานการณ์ ความรู้ที่นำมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาของงานนั้น ๆ ”

2) **สะท้อนคิดเกี่ยวกับการนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้** โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการกระทำของครูที่ส่งผลต่อโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียน

2.1) สะท้อนคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการกระทำของครูที่ส่งผลต่อโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียนตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด เช่น การใช้คำถามจะต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจน เพื่อจะเป็นแนวทางในนักเรียนแต่ละคนเชื่อมโยงแนวคิดไปสู่เป้าหมายได้ ดังตัวอย่างคำตอบ ต่อไปนี้

“ เราต้องมีเป้าหมายของการตั้งคำถามว่า เด็กจะได้เรียนรู้อะไร ใช้คำถามกระตุ้นไปเรื่อย ๆ เพื่อให้เด็กนักเรียนได้เห็นว่าการวาดแผนภูมิรูปภาพสามารถเขียนข้อกำหนดได้หลายรูปแบบ ”

“ คำถามของครูก็สำคัญที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนถูกคิดและได้ระดับความคิดขึ้นไปโดยครูต้องคอยฟังคำตอบของนักเรียนแล้วพยายามเชื่อมโยงคำตอบ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายให้ได้ ”

2.2) สะท้อนคิดจากการจัดลำดับการอภิปรายโดยใช้แนวทางการคาดการณ์คำตอบของนักเรียนมาใช้วางแผนการอภิปราย เพื่อนำไปสู่แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ร่วมกับระดับชั้นทางสติปัญญาที่นักเรียนจะพัฒนาผ่านงานทางคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้

“ การวางแผนการอภิปรายเป็นอย่างดี จะทำให้นักเรียนได้ฝึกคิด ได้สังเกตแนวคิดของผู้อื่น เห็นตัวอย่างของข้อผิดพลาด และตัวอย่างวิธีคิดที่ถูกต้อง ซึ่งทำให้นักเรียนวิเคราะห์วิธีทำอย่างหลากหลาย จนสามารถเกิดความเข้าใจในงานทางคณิตศาสตร์ได้ ”

## อภิปรายผลการวิจัย

จากผลจากการวิจัย แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาครูทุกคนมีความสามารถในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ ซึ่งพิจารณาตามความสามารถแต่ละองค์ประกอบซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. นักศึกษาครูสามารถทำความเข้าใจปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับงานทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นความสามารถที่แสดงให้เห็นพัฒนาการของกระบวนการทางสติปัญญาในระดับการนำไปใช้ จากการนำความรู้เกี่ยวกับลักษณะงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ชั้นสูงได้สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่กำหนด อาจเป็นเพราะ นักศึกษาครูได้ลงมือสำรวจงานทางคณิตศาสตร์แต่ละประเภท เพื่อสร้างการรับรู้ลักษณะของงานที่ส่งเสริมสติปัญญาแต่ละประเภท สามารถพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดของนักเรียนได้แตกต่างกัน ซึ่งเป็นความรู้ที่จำเป็นต่อการเลือกงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเป้าหมาย การเรียนรู้ที่กำหนด (Stein et al., 2009) และยังได้รับโอกาสนำความรู้นั้นไปปรับใช้ในการวิเคราะห์ประเภทงานที่ครูในตัวอย่างการสอนเลือกใช้ และการสังเกตการสอนในสถานการณ์จำลองการสอน รวมถึงการสะท้อนคิดเป็นหลักการเลือกงานทางคณิตศาสตร์ของตนเอง

2. นักศึกษาครูสามารถวางแผนงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมสติปัญญาชั้นสูงไปใช้ในบริบทการสอนที่กำหนดให้ ซึ่งอาจเป็นเพราะนักศึกษาครูได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่ออกแบบให้มีโอกาสพัฒนาหรือปรับเปลี่ยนมุมมองการวางแผนการสอนที่เน้นการนำความรู้เกี่ยวกับนักเรียนมาใช้วิเคราะห์ตัวอย่างการสอนที่มีทั้งการนำงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมระดับชั้นทางสติปัญญาชั้นสูงไปใช้จัดการเรียนรู้ได้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้และไม่บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ เพื่อให้นักศึกษาครูเรียนรู้ปัจจัยที่เกิดจากการกระทำของครู เช่น การมอบหมายงานที่ไม่ชัดเจน การสอนที่เน้นการบอกวิธีการหาคำตอบมากกว่าการให้นักเรียนลงมือทำและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งความรู้ดังกล่าวข้างต้น เป็นความรู้พื้นฐานสำหรับการวางแผนอภิปรายเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ ได้ตามเป้าหมายการเรียนรู้ สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาการ

วางแผนการสอนในงานวิจัยของ Borko and Livingston (1989) ที่ให้ความสำคัญกับความรู้เกี่ยวกับนักเรียน จะช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ได้ตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด

3. นักศึกษาครูสามารถวิเคราะห์และสะท้อนคิดเกี่ยวกับการนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ ในบทบาทของผู้สังเกตการสอนและผู้สอน ซึ่งอาจเป็นเพราะนักศึกษาครูได้รับประสบการณ์ที่มีลักษณะไต่ระดับจากการวิเคราะห์ตัวอย่างการสอน การวางแผน นำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ การปฏิบัติการสอน สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาวิชาชีพสำหรับนักศึกษาครูเกี่ยวกับงานทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยของ Stein et al. (2009) ซึ่งมีการจัดประสบการณ์ให้สะท้อนคิดเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ งานทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงไปใช้จัดการเรียนรู้ ผู้สอนจำเป็นต้องเริ่มต้นด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่ เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เนื่องจาก การวิเคราะห์การสอนของผู้อื่น รวมถึง การสะท้อนคิดของตนเอง จะเปิดโอกาสให้ครูได้สำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ วิเคราะห์ และสะท้อนคิดเกี่ยวกับการกระทำของผู้สอนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน และได้เรียนรู้การตัดสินใจดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้อื่น

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

การพัฒนาความสามารถในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้ สำหรับ นักศึกษาครูหรือผู้ที่ไม่มีความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวกับการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ จัดการเรียนรู้ เพื่อเพิ่มประสบการณ์และเปิดโอกาสให้นักศึกษาครูได้นำความรู้เกี่ยวกับการเลือก และนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในบริบทการสอนที่แตกต่างกัน โดยในแต่ละกิจกรรมจะต้องคำนึงถึง การเรียนรู้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันทั้งในกลุ่มย่อยและในห้องเรียน ได้มีโอกาสในการสะท้อนคิดผ่าน การอภิปรายในห้องเรียน และการสะท้อนคิดในอนูทิน รวมถึง การได้ลงมือปฏิบัติตามองค์ความรู้ใหม่ เช่น การออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ การวางแผนการนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาความสามารถในการบูรณาการความรู้ ทำให้ไม่สามารถระบุปัจจัย ด้านความรู้ที่ส่งผลต่อความสามารถในแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับปัจจัยดังกล่าวส่งผลต่อการ พัฒนาความสามารถของนักศึกษาครูในการเลือกและนำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ตรงจุด ดังนั้นจึงควร มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเกี่ยวกับความรู้ของครูกับความสามารถในการเลือกและนำงานทาง คณิตศาสตร์ไปใช้ต่อไป

## References

- Arbaugh, F., & Brown, C. A. (2005). Analyzing Mathematical Tasks: A Catalyst for Change? *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(6), 499-536. <https://doi.org/10.1007/s10857-006-6585-3>
- Barber, K. (2016). *Developing mathematical-task knowledge through lesson study* [Doctoral dissertation, Syracuse University].
- Borko, H., & Livingston, C. (1989). Cognition and Improvisation: Differences in Mathematics Instruction by Expert and Novice Teachers. *American Educational Research Journal*, 26(4), 473-498. <https://doi.org/10.2307/1162861>
- Boston, M. D., & Smith, M. S. (2009). Transforming Secondary Mathematics Teaching: Increasing the Cognitive Demands of Instructional Tasks Used in Teachers' Classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education*, 40(2), 119-156. [www.jstor.org/stable/40539329](http://www.jstor.org/stable/40539329)
- Boston, M. D., & Smith, M. S. (2011). A 'task-centric approach' to professional development: enhancing and sustaining mathematics teachers' ability to implement cognitively challenging mathematical tasks. *ZDM*, 43(6), 965-977. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0353-2>
- Chapman, O. (2013). Mathematical-task knowledge for teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 16(1), 1-6. <https://doi.org/10.1007/s10857-013-9234-7>
- Hargrove, D. L. (2015). *Developing Primary (K-2) Teachers' Understanding of High Cognitive Demand Mathematical Tasks* (Publication Number 3706599) [Doctoral dissertation, George Mason University].
- Henningsen, M., & Stein, M. K. (1997). Mathematical Tasks and Student Cognition: Classroom-Based Factors That Support and Inhibit High-Level Mathematical Thinking and Reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(5), 524-549. <https://doi.org/10.2307/749690>
- Henningsen, M. A. (2000). *Engaging middle school students with cognitively challenging mathematical tasks: Classroom factors that influence students' high -level thinking, reasoning, and communication during consecutive lessons* (Publication Number 9998644) [Doctoral dissertation, University of Pittsburgh].

- Osana, H. P., Lacroix, G. L., Tucker, B. J., & Desrosiers, C. (2006). The Role of Content Knowledge and Problem Features on Preservice Teachers' Appraisal of Elementary Mathematics Tasks. *Journal of Mathematics Teacher Education, 9*(4), 347-380. <https://doi.org/10.1007/s10857-006-4084-1>
- Silver, E. A., & Stein, M. K. (1996). The Quasar Project: The "Revolution of the Possible" in Mathematics Instructional Reform in Urban Middle Schools. *Urban Education, 30*(4), 476-521. <https://doi.org/10.1177/0042085996030004006>
- Smith, M., & Stein, M. (1998). Selecting and Creating Mathematical Tasks: From Research To Practice. *Mathematics Teaching in the Middle School, 3*(4), 268-275.
- Stein, Kay., M., Smith, Schwan, M., Henningsen, A., M., Silver, & A., E. (2009). *Implementing Standards-Based Mathematics Instruction: A Casebook for Professional Development. Second Edition*. Teachers College Press.
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical Thinking and Learning, 10*(4), 313-340.
- Stein, M. K., & Lane, S. (1996). Instructional tasks and the development of student capacity to think and reason: An analysis of the relationship between teaching and learning in a reform mathematics project. *Educational Research and Evaluation, 2*(1), 50-80.
- Whitehead, A. N. (2017). *Preservice Teachers' Visions, Implementation, and Post-Lesson Analyses of Mathematical Tasks: A Longitudinal, Case-Study Design* (Publication Number 10610848) [Doctoral dissertation, North Carolina State University].