



Research Article

Learning activity using board game and mathematical tasks to develop creative thinking skill on surface area and volume of Grade-8 students

Thorarin Yamsok^{1,*} and Wanintorn Poonpaiboonpipat¹

¹Mathematics Education, Faculty of Education, Master of Education, Naresuan University

*Email: thoraniny64@nu.ac.th

Received <3 May 2023>; Revised <20 May 2023>; Accepted <22 May 2023>

Abstract

The purpose of this classroom action research was to develop the creative thinking skill of Grade-8 students on the topic of surface area and volume. The target group was 1 class of 16 students in the academic year 2022 at Banchockchaipattana School in Kamphaeng Phet. This study was the classroom action research in 3 cycles. The total duration of the study was 14 hours. Research tools were lesson plans using board games and mathematical tasks, and five learning processes were 1) Classroom arrangement, 2) Explaining the game's rules, 3) Demonstration, 4) Practice, and 5) Following up, behavioral observation, activity sheets, and a mathematical creativity test. The data were analyzed by content analysis. This research found that students developed creative thinking skills in mathematics. By considering subcomponents, the students were best developed in the fluent thinking (75.00%), followed by the flexible thinking (62.50%), and the original thinking (25.00%).

Keywords: Board game, Mathematical tasks, Creative thinking skill, Surface area and volume

บทความวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ธรรินทร์ แยมสุข^{1,*} และวรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์¹

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

*Email: thoraniny64@nu.ac.th

รับบทความ: 3 พฤษภาคม 2566 แก้ไขบทความ: 20 พฤษภาคม 2566 ยอมรับตีพิมพ์: 22 พฤษภาคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนบ้านโชคชัยพัฒนาในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 16 คน ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 14 ชั่วโมง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นตอนการจัดชั้นเรียน 2) ขั้นตอนอธิบายวิธีการเล่น 3) ขั้นตอนการสาธิตการเล่น 4) ขั้นตอนปฏิบัติและ 5) ขั้นตอนติดตามผล แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ไปกิจกรรมและแบบทดสอบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาตามองค์ประกอบย่อย ผลปรากฏว่านักเรียนร้อยละ 75.00 มีระดับการพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด รองลงมาคือนักเรียนร้อยละ 62.50 มีระดับการพัฒนาด้านความคิดยืดหยุ่น และนักเรียนร้อยละ 25.00 มีระดับการพัฒนาด้านความคิดริเริ่ม

คำสำคัญ: เกมกระดาน งานทางคณิตศาสตร์ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ พื้นที่ผิวและปริมาตร

บทนำ

ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งที่มีความจำเป็นต้องปลูกฝังให้เกิดกับนักเรียน เนื่องจากการคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้ของนักเรียน (Ministry of Education, 2017) การพัฒนาทักษะความรู้ ความสามารถของคนตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560-2564) จึงมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะที่เหมาะสมในแต่ละช่วงวัยเพื่อวางรากฐานให้เป็นคนมีคุณภาพในอนาคต การพัฒนาทักษะสอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ทักษะการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบและการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์เป็นอีกหนึ่งทักษะที่สำคัญที่เด็กควรได้รับการพัฒนา เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และนำไปปรับประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยครูส่วนใหญ่คิดว่า การสอนคือการเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ การตั้งคำถาม และการอธิบายแบบฝึกหัด โดยครูแต่ละคนจะเริ่มต้นด้วยการอธิบายเนื้อหาใหม่ ยกตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด จากนั้นจึงมอบหมายการบ้าน ซึ่งการสอนที่ครูเป็นผู้บรรยายหรือแสดงตัวอย่างให้นักเรียนดู เพื่อให้นักเรียนทำตามวิธีการของครู การสอนที่เน้นการท่องจำ และการสอนที่เน้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการทดสอบ โดยไม่ได้เน้นกระบวนการเรียนรู้หรือวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากจะไม่ส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุและมีผลแล้ว ยังเป็นการทำลายความกระตือรือร้น รวมถึงทักษะการแก้ปัญหาและทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอีกด้วย (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2021) การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยวิธีการหรือการจัดการเรียนรู้หลาย ๆ วิธี ที่ไม่ใช่เป็นแค่แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปในระบบโรงเรียน แต่จะต้องเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนได้รับอิสระทางความคิด และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาเพิ่มเติมตามศักยภาพ การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ครูจำเป็นต้องจัดเตรียมบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัย กล้าที่จะเสี่ยงทำผิดพลาด และเน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ครูต้องพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุด เพื่อเป็นแนวทางให้ครูได้กระตุ้นสนับสนุนและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้เพิ่มเติมตามศักยภาพ รวมถึงได้พัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอีกด้วย ครูควรให้ความสำคัญในการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์และต้องเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีมุมมองในการประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ให้ฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเอง ฝึกทักษะการแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งทฤษฎีและการปฏิบัติที่สามารถช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เกมการศึกษาเป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เล่นเกมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ฝึกให้ผู้เล่นเกมได้ใช้ทักษะต่างๆในการแก้ปัญหา อีกทั้งยังส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วย โดยเฉพาะเกมจำลองสถานการณ์ ซึ่งเป็นการจำลองสถานการณ์จริงให้ผู้เล่นเกมได้ตัดสินใจจากข้อมูลที่มีโดยสวมบทบาทเป็นคนใดคนหนึ่ง สถานการณ์ (Khaemane, 2018) สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอย่างรอบด้าน เกมการศึกษาเกิดจากความพยายามคิดค้นหารูปแบบวิธีการสอนใหม่และสื่อการสอนใหม่ ๆ เพื่อนำมาปิดช่องโหว่ของข้อจำกัดของการเรียนรู้ การรับรู้ของนักเรียน แรงจูงใจของนักเรียน ความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน การใช้ทักษะและกระบวนการต่าง ๆ เพื่อนำมาแก้ปัญหา อีกทั้งฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ นำความรู้มาพัฒนาต่อยอดในการแก้ปัญหาต่างๆได้อย่างหลากหลายวิธีการ หลากหลายแนวคิด เป็นความคิดแบบใหม่ ๆ การใช้เกมกระดาน (Board Game) เป็นรูปแบบหนึ่งของเกมการศึกษาที่มีลักษณะเป็นการใช้สถานการณ์จริงมาจำลองไว้ในห้องเรียน มีการกำหนดกฎ กติกาหรือเงื่อนไขสำหรับเกม ผู้เล่นจะต้องเผชิญปัญหาและร่วมกันแก้ปัญหา เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการแข่งขันกับฝ่ายตรงข้าม (Archawanuntakul, 2016) เกมกระดานจึงเป็นกิจกรรมที่ผู้เล่นมีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นภายใต้เรื่องราวและบริบทของเกม อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์และเรียนรู้ในการปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่นในการทำงาน ทำให้การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนเกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน และช่วยฝึกทักษะและกระบวนการต่างๆของนักเรียน หากนำเกมกระดานมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้เหมาะสมแล้ว ก็จะส่งเสริมการพัฒนาความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับนักเรียน การใช้เกมกระดานทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้จากการทำงานร่วมกัน โดยกลไกของเกมทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเล่นได้ฝึกกระบวนการทำงานร่วมกัน อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนได้ศึกษา หาความรู้จากการได้ลงมือปฏิบัติ และได้ลงมือทดลองการเล่นเกม ได้ฝึกกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาต่าง ๆ แต่เนื่องจากการใช้เกมกระดาน

เพียงอย่างเดียว ยังไม่สามารถสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ได้มากนัก จึงต้องมียุทธศาสตร์ประกอบเพิ่มเติมเข้ามาช่วยเสริมกลไกในการเล่นเกมนกระดาน เพื่อจะสามารถนำมาพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ได้

Stein *et al.* (2000) กล่าวว่า งานทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อชั้นเรียนที่เน้นให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมการแก้ปัญหาและกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้น ครูควรออกแบบงานทางคณิตศาสตร์หรือพิจารณาใช้งานทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับนักเรียนในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาที่หลากหลายตามความต้องการในการรับรู้ของนักเรียน แต่อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้ผ่านงานทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องเริ่มต้นด้วยงานที่มีประสิทธิภาพเพื่อกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งงานทางคณิตศาสตร์จะเป็นตัวขับเคลื่อนและเป็นตัวสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และลงมือแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง รวมทั้งเป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน (Cai and Lester, 2010) สามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและลงมือแก้ปัญหา ทำให้ครูได้ทราบและเข้าใจถึงความต้องการทางปัญญาของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน รวมถึงพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์การทำงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นโอกาสที่สำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน การแก้ปัญหาผ่านงานทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้เกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลายทักษะ (Smith and Stein, 1998)

การใช้งานทางคณิตศาสตร์สามารถทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงสอดแทรกงานทางคณิตศาสตร์ในเกมนกระดานในรูปแบบของบัตรภารกิจซึ่งเป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย รวมถึงแก้ปัญหาได้ตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่นักเรียนมีมาแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้อย่างแปลกใหม่แตกต่างจากผู้อื่นและสามารถนำความรู้ไปสู่การพัฒนาตนเองได้ การใช้เกมนกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์นั้น จึงทำให้นักเรียนได้จำลองสถานการณ์และยังทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการเล่นเกมนกระดานและการทำคะแนนต่าง ๆ จากการแก้ปัญหาผ่านงานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเป็นโจทย์ที่สอดแทรกอยู่กับเงื่อนไขของการเล่นเกมนกระดาน ซึ่งจะทำให้เกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ ที่ให้นักเรียนเกิดความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม จากปัญหาและเหตุผลดังที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมนกระดานและการใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับระดับการคิดของนักเรียนนั้น เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมนกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื่องจากเนื้อหาที่นักเรียนค่อนข้างจะไม่สามารถแก้ปัญหาหรือใช้ทักษะความคิดสร้างสรรค์เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งตามหลักความเป็นจริงแล้ว เนื้อหาเรื่องนี้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในปัญหาอื่น ๆ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสร้างสรรค์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมนกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนบ้านโชคชัยพัฒนาในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 16 คน โดยเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) โดยมีจุดประสงค์เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาความสามารถในการจัดการเรียนรู้ของตัวครูเอง การทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนจะทำซ้ำเป็นวงจร ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (Kemmis and Wilkinson, 1998) ได้แก่

ขั้นที่ 1 วางแผนการดำเนินงาน (Plan: P) เป็นขั้นที่ผู้วิจัยวางแผนการทำวิจัย พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติ (Act: A) เป็นขั้นตอนการนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียน

ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe: O) เป็นขั้นตอนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม ซึ่งทำการเก็บข้อมูลโดยผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกต

ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect: R) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยจะต้องนำเอาข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 มาสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรต่อไป

เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับปริมาตร เป็นการเตรียมความรู้ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ 2 ชั่วโมง ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จะเริ่มในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2-4 โดยจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการเล่นเกมเดียวกันทั้งหมด แต่มีการปรับกติกาและเปลี่ยนงานทางคณิตศาสตร์ในการดการกิจให้แตกต่างกันด้านความรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผน ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างและออกแบบเกม SA&V WAR ซึ่งมีกระดานเกมขนาด 100 x 100 เซนติเมตร มีการดการกิจและการ์ดหีบสมบัติที่เป็นสถานการณ์ปัญหาตามรูปแบบของงานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการดปัญหาที่ให้แต่ละกลุ่มได้แข่งขันกันเพื่อได้รับรางวัลตามระดับคะแนนของแต่ละกลุ่ม มีลูกเต๋าและตัวละคร 4 ตัวละคร ได้แก่ เจ้าเมือง นักทรัพยากร วิศวกร และนักรวบรวมถึงได้กำหนดกฎกติกาการเล่นที่เป็นแบบเฉพาะเพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 1 และดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยทำซ้ำเป็นวงจร ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการประกอบด้วย

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม (4 ชั่วโมง)
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก (4 ชั่วโมง)
- 3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การประยุกต์ใช้ (4 ชั่วโมง)



ภาพที่ 1 เกมกระดานสำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน เพื่อประเมินตรวจสอบความเหมาะสมในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบลิเคิร์ต (Likert) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมมากและสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ และผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ แก้ไขจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แก้ไขการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นการปฏิบัติให้มีความชัดเจน เพิ่มรายละเอียดของคำสั่งที่ครูต้องการให้นักเรียนปฏิบัติ และปรับสถานการณ์ปัญหาให้เข้ากับบริบทของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ประสบการณ์การเรียนรู้มาช่วยแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 ใบกิจกรรม ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยใบกิจกรรมที่ 1 สถานการณ์ “กำแพงเมือง” ใบกิจกรรมที่ 2 สถานการณ์ “บ่อน้ำชุมชน” และใบกิจกรรมที่ 3 สถานการณ์ “โรงผลิตอาวุธ” มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และนำไปกิจกรรมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและจากนั้นนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ดังนี้ แก้ไขสถานการณ์ปัญหาให้มีความเหมาะสมเข้ากับบริบทของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ประสบการณ์การเรียนรู้มาช่วยแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น และเพิ่มสถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับการวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ใช้ประกอบการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเกี่ยวกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและด้านความริเริ่ม ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์และนำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน โดยตรวจสอบความเหมาะสม โดยผลการพิจารณาและตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้และไม่มีข้อปรับปรุงแก้ไขใด ๆ

3.2.3 แบบทดสอบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ใช้ประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 3 แผน โดยแบบทดสอบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใช้รูปแบบการตอบแบบเขียนตอบอิสระ ประกอบไปด้วย 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะมี 3 คำถามย่อย ตามองค์ประกอบย่อยของทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ด้านความคิดคล่อง ด้านความคิดยืดหยุ่นและด้านความคิดริเริ่ม โดยการทดสอบด้านความคิดริเริ่มจะทดสอบในสถานการณ์ที่ 3 โดยสถานการณ์ในแบบทดสอบใช้ลักษณะของงานทางคณิตศาสตร์แบบการใช้ความคิดขั้นสูงที่เน้นการลงมือทำในการแก้ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อ พบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหามากกว่า 0.50 ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้ และผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้วย คือ แก้ไขสถานการณ์ปัญหาให้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ และปรับเกณฑ์การประเมินให้มีความเหมาะสมและยุติธรรมกับนักเรียนทุกคน

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

4.1 ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

4.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 14 ชั่วโมง จำนวน 3 วงจร (4 แผนการจัดการเรียนรู้) โดยมีการจัดการเรียนรู้ตามคาบเรียนปกติของวิชาคณิตศาสตร์ วันละ 1 คาบ (1 ชั่วโมง) เป็นเวลา 3 คาบต่อสัปดาห์

4.3 ในระหว่างทำการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจะทำการบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อดูทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4.4 เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล เพื่อวิเคราะห์การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบหลังแต่ละวงจรปฏิบัติการเป็นเวลา 1 ชั่วโมง รวมเป็นเวลา 3 ชั่วโมง

4.5 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยสามารถสรุปการดำเนินการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์เครื่องมือ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) และจัดระดับตามทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบย่อยรายด้านตามแนวคิดของ Guilford (1967) โดยแบ่งคำตอบของนักเรียนในแต่ละด้านออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (3) ดี (2) พอใช้ (1) ปรับปรุง (0) ตามลำดับ แล้วแสดงร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบกัน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงเกณฑ์การประเมิน ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ความคิดคล่อง	ดีมาก (3)	นักเรียนสามารถเขียนแสดงแนวคิดด้วยตนเอง ได้ตามมโนทัศน์อย่างถูกต้องตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป
	ดี (2)	นักเรียนสามารถเขียนแสดงแนวคิดด้วยตนเอง ได้ตามมโนทัศน์อย่างถูกต้องเพียง 1-2 วิธี
	พอใช้ (1)	นักเรียนสามารถเขียนแสดงแนวคิดด้วยตนเอง จะเขียนได้เพียง 1 วิธี และมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
	ปรับปรุง (0)	นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงแนวคิดด้วยตนเองได้
ความคิดยืดหยุ่น	ดีมาก (3)	นักเรียนสามารถใช้มโนทัศน์ในการเขียนตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม
	ดี (2)	นักเรียนสามารถใช้มโนทัศน์ในการเขียนตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ แต่มีข้อผิดพลาดบางส่วน
	พอใช้ (1)	นักเรียนสามารถใช้มโนทัศน์ในการเขียนตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ แต่มีข้อผิดพลาดมากมาย
	ปรับปรุง (0)	นักเรียนไม่สามารถใช้มโนทัศน์ในการเขียนตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้
ความคิดริเริ่ม	ดีมาก (3)	นักเรียนสามารถใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้อย่างแปลกใหม่ แตกต่างจากผู้อื่น มีความคิดอย่างหลากหลายและสามารถนำความรู้ไปสู่การพัฒนาตนเองได้
	ดี (2)	นักเรียนสามารถใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ โดยพัฒนาจากข้อมูลพื้นฐาน แล้วนำมาปรับปรุงใหม่
	พอใช้ (1)	นักเรียนสามารถใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ ตามมโนทัศน์ที่เคยเรียนรู้มา
	ปรับปรุง (0)	นักเรียนไม่ปรากฏแนวคิดในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ดัดแปลง/ประยุกต์และสามารถนำไปใช้ได้เป็นส่วนน้อยหรือนำไปใช้ไม่ได้เลย

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

นักเรียนมีพัฒนาการตามองค์ประกอบของทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม ดังตาราง 2

ตารางที่ 2 ระดับการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากใบกิจกรรม

วงจร ปฏิบัติการที่	ทักษะความคิด สร้างสรรค์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับของเกณฑ์การประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ)			
		ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
1	ความคิดคล่อง	6 (37.50)	8 (50.00)	2 (12.50)	0 (0.00)
	ความคิดยืดหยุ่น	4 (25.00)	5 (31.25)	7 (43.75)	0 (0.00)
2	ความคิดคล่อง	8 (50.00)	8 (50.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ความคิดยืดหยุ่น	6 (37.50)	6 (37.50)	4 (25.00)	0 (0.00)
3	ความคิดคล่อง	12 (75.00)	4 (25.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ความคิดยืดหยุ่น	10 (62.50)	4 (25.00)	2 (12.50)	0 (0.00)
	ความคิดริเริ่ม	4 (25.00)	6 (37.50)	6 (37.50)	0 (0.00)

ตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาด้านความคิดคล่องในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 6 คน (ร้อยละ 37.50) และเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 12 คน (ร้อยละ 75.00) ที่มีความคิดคล่องอยู่ในระดับดีมาก มีการพัฒนาด้านความคิดยืดหยุ่นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 4 คน (ร้อยละ 25.00) และเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 10 คน (ร้อยละ 62.50) ที่มีความคิดยืดหยุ่นอยู่ในระดับดีมากและมีการพัฒนาด้านความคิดริเริ่มอยู่ในระดับดีมากในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 4 คน (ร้อยละ 25.00) และนักเรียนมีพัฒนาการตามองค์ประกอบของทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 3

ตารางที่ 3 ระดับการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

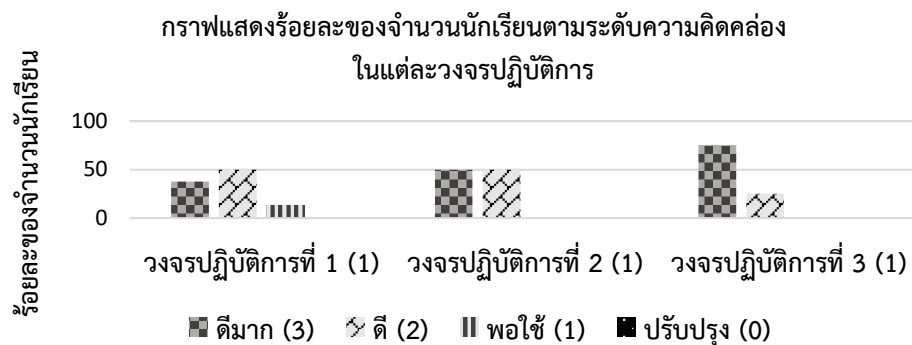
วงจร ปฏิบัติการที่	ทักษะความคิด สร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ด้านที่ (ข้อ)	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับของเกณฑ์การประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ)			
		ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
1	1 (1)	6 (37.50)	8 (50.00)	2 (12.50)	0 (0.00)
	2 (2)	5 (31.25)	7 (43.75)	4 (25.00)	0 (0.00)
	2 (3)	4 (25.00)	5 (31.25)	7 (43.75)	0 (0.00)
2	1 (1)	8 (50.00)	8 (50.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	2 (2)	10 (62.50)	4 (25.00)	2 (12.50)	0 (0.00)
	2 (3)	6 (37.50)	6 (37.50)	4 (25.00)	0 (0.00)
3	1 (1)	12 (75.00)	4 (25.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	2 (2)	10 (62.50)	4 (25.00)	2 (12.50)	0 (0.00)
	3 (3)	4 (25.00)	6 (37.50)	6 (37.50)	0 (0.00)

- * หมายถึง
- 1 หมายถึง ความคิดคล่อง
 - 2 หมายถึง ความคิดยืดหยุ่น
 - 3 หมายถึง ความคิดริเริ่ม

ตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาด้านความคิดคล่องในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 6 คน (ร้อยละ 37.50) และเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 12 คน (ร้อยละ 75.00) ที่มีความคิดคล่องอยู่ในระดับดีมาก มีการพัฒนาด้านความคิดยืดหยุ่นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ในข้อคำถามที่ 2 จำนวน 5 คน (ร้อยละ 31.25) และข้อคำถามที่ 3 จำนวน 4 คน (ร้อยละ 25.00) โดยมีระดับความคิดยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 10 คน (ร้อยละ 62.50) ที่มีความคิดยืดหยุ่นอยู่ในระดับดีมากและมีการพัฒนาด้านความคิดริเริ่มอยู่ในระดับดีมากในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 4 คน (ร้อยละ 25.00) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความคิดคล่อง

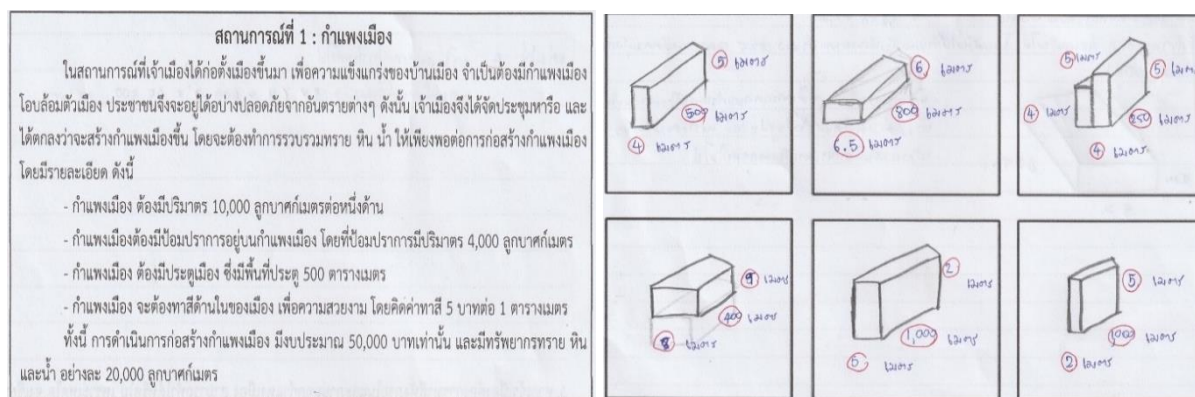
นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดคล่องจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ไปยังวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ดังภาพที่ 2



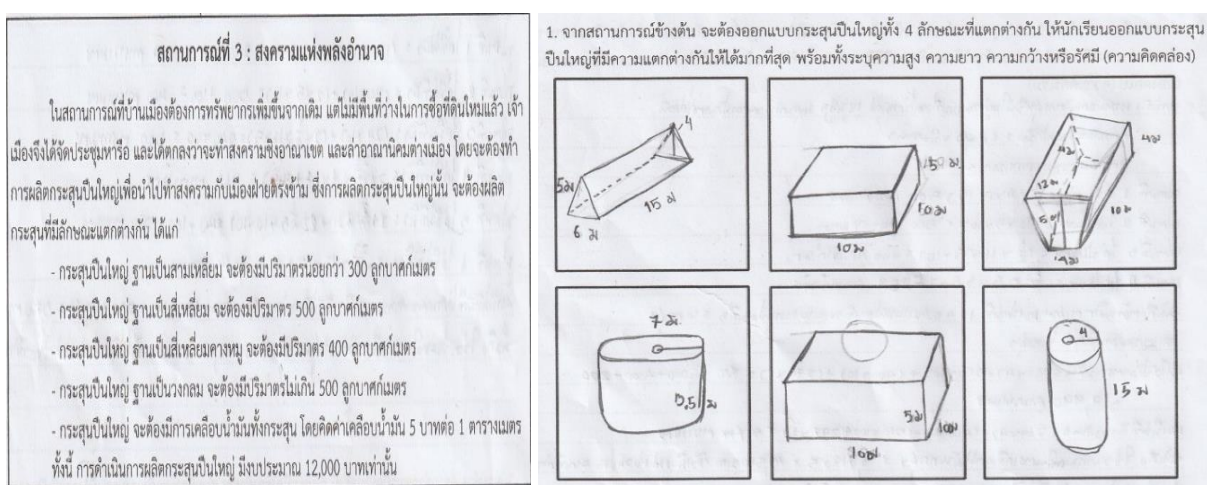
ภาพที่ 2 ระดับการพัฒนาด้านความคิดคล่องของนักเรียน ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ภาพที่ 2 พบว่านักเรียนร้อยละ 12.50 (2 คน) จะสามารถมีความคิดคล่องได้ เมื่อมีครูคอยชี้แนะดูแลอย่างใกล้ชิด โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามโดยการพูดได้ แต่เมื่อให้เขียนแสดงแนวคิดด้วยตนเอง พบว่านักเรียนสามารถเขียนแนวคิดได้เพียง 1 วิธีและมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (ระดับพอใช้) ต่อมาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนร้อยละ 37.50 (6 คน) สามารถแสดงความคิดคล่องได้มากขึ้น ใช้เวลาตอบคำถามได้อย่างรวดเร็วขึ้นมากกว่าเดิม สามารถเขียนแสดงแนวคิดด้วยตนเองได้อย่างถูกต้องเพียง 1-2 วิธี แต่ก็ยังคงใช้เวลาในการเขียนแสดงแนวคิดของตนค่อนข้างมาก (ระดับดี) และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนร้อยละ 25.00 (4 คน) สามารถพัฒนาความคิดคล่องจากระดับดี เป็นระดับดีมาก ได้โดยการตอบคำถาม และเขียนแสดงแนวคิดด้วยตนเองอย่างหลากหลายตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไปได้ โดยใช้ระยะเวลาในการเขียนแสดงแนวคิดอย่างรวดเร็วตามระยะเวลาที่กำหนดและมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากขึ้น

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ใบกิจกรรม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่สามารถตอบ คำถามและเขียนแสดงแนวคิด เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรได้ แต่ยังใช้เวลาในการเขียนแสดงแนวคิดค่อนข้างมาก โดยเริ่มต้นของการลงมือปฏิบัติยังต้องมีครูเป็นผู้แนะนำระหว่างการทำกิจกรรมและมีบางส่วนเมื่อได้ทำแบบทดสอบเพื่อวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลแล้ว พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามโดยการเขียนแสดงแนวคิดด้วยตนเองอย่างถูกต้องเพียง 1-2 วิธี (ภาพที่ 3) ที่นักเรียนนั้นมีความเข้าใจเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการเขียนภาพแสดงแนวคิดที่แตกต่างกันไปตามที่โจทย์กำหนด แต่นักเรียนไม่สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการคำนวณหาพื้นที่ผิวและปริมาตรเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดได้ ซึ่งแสดงถึงการที่นักเรียนมีมโนทัศน์ ในการแสดงวิธีคิดเพื่อหาพื้นที่ผิวและปริมาตรไม่ถูกต้องเป็นบางรูปเท่านั้น (ระดับดี)



ภาพที่ 3 ตัวอย่างของแบบทดสอบในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แสดงการใช้มโนทัศน์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมที่คลาดเคลื่อน (ระดับดี)

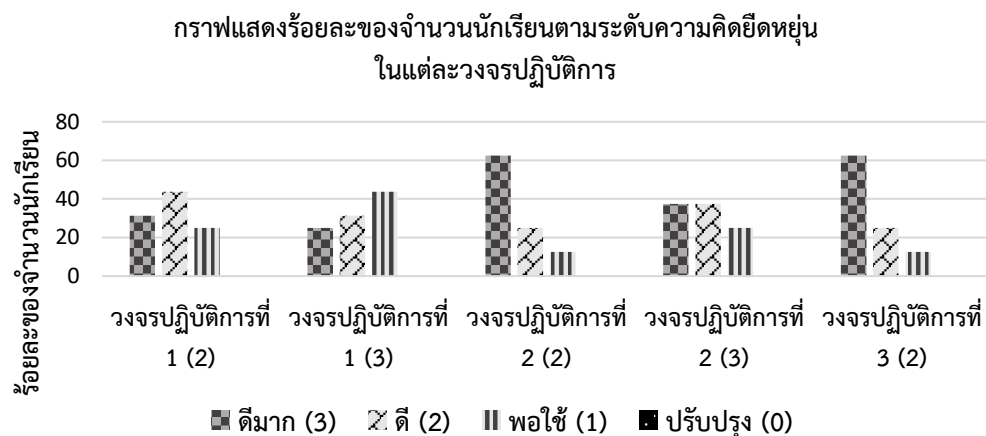


ภาพที่ 4 ตัวอย่างของแบบทดสอบในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แสดงการใช้มโนทัศน์ เรื่อง การประยุกต์ใช้อย่างถูกต้องตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป (ระดับดีมาก)

ภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถวาดภาพแสดงแนวคิดเพื่อหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมได้ถูกต้อง และหลากหลายวิธี โดยใช้การวาดภาพแสดงแนวคิดเป็นจำนวน 6 ภาพ ในเวลาที่กำหนด ซึ่งเป็นจำนวนที่มากและถูกต้องที่สุดของชั้นเรียน แสดงถึงความคล่องแคล่วในการใช้มโนทัศน์เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรได้ (ระดับดีมาก) ซึ่งผลจากการทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 และ 3 นี้สอดคล้องกับผลจากการสังเกตการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่พบว่านักเรียนที่มีความคิดคล่องสูงจะสามารถนำความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องมาใช้ได้ทันทีและมีความคล่องแคล่วในการทำกิจกรรมด้วยตนเอง และเป็นผู้นำกลุ่มในการเขียนแสดงแนวคิดต่างๆ สามารถเขียนแสดงแนวคิดเพื่อคำนวณหาพื้นที่ผิวและปริมาตรได้ถูกต้อง

2. ความคิดยืดหยุ่น

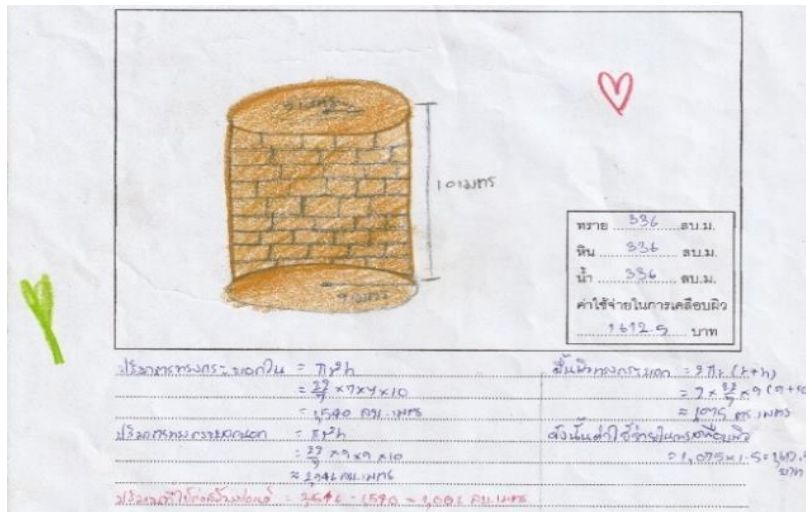
นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดยืดหยุ่นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ไปยังวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ระดับการพัฒนาด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

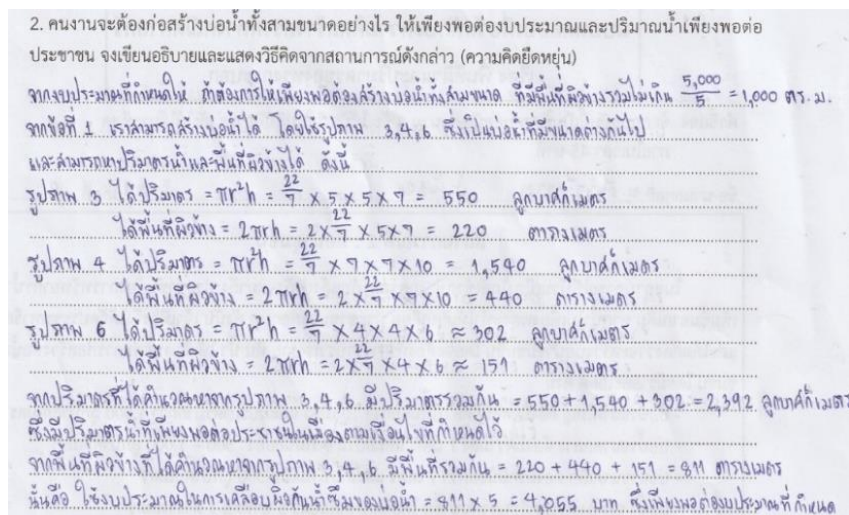
ภาพที่ 5 พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ข้อที่ 2 และ 3 นักเรียนร้อยละ 25 (4 คน) และร้อยละ 43.75 (7 คน) สามารถแสดงความคิดยืดหยุ่นโดยใช้โน้ตสน์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรตามสถานการณ์ โดยมีการกำหนดเงื่อนไขได้ก็ต่อเมื่อมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและคอยดูแลอย่างใกล้ชิด แต่เมื่อให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง พบว่านักเรียนสามารถใช้โน้ตสน์ในการตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ แต่มีข้อผิดพลาดมากมาย (ระดับพอใช้) มีนักเรียนร้อยละ 43.75 (7 คน) และร้อยละ 31.25 (5 คน) ที่สามารถใช้โน้ตสน์ในการตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ แต่มีข้อผิดพลาดบางส่วน (ระดับดี) และมีนักเรียนร้อยละ 31.25 (5 คน) และร้อยละ 25 (4 คน) ที่สามารถใช้โน้ตสน์ในการตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสมต่อมาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ข้อที่ 2 และ 3 พบว่านักเรียนที่มีความคิดยืดหยุ่นระดับพอใช้ของวงจรปฏิบัติที่ 1 มีการแสดงออกถึงความคิดยืดหยุ่นที่ลดลง และมีความคิดยืดหยุ่นระดับดีและดีมากเพิ่มขึ้น ต่อมาในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนร้อยละ 37.50 (6 คน) มีการพัฒนาด้านความคิดยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้นจากระดับดี โดยนักเรียนสามารถแสดงถึงความคิดยืดหยุ่นโดยสามารถเลือกใช้โน้ตสน์เรื่องเศษส่วนและจำนวนคละได้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมด้วยตนเองได้ (ระดับดีมาก)

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นปฏิบัติ นั้นนักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้โน้ตสน์ในการตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม และจากการวิเคราะห์ใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการด้าน ความคิดยืดหยุ่นมีการลดระดับลง 2 คน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนจะได้ปฏิบัติจริงโดยการนำความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก มาใช้ในการก่อสร้างบ่อน้ำชุมชน และในการทำแบบทดสอบเพื่อวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้นใช้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการสร้างบ่อน้ำชุมชนตามเงื่อนไขสถานการณ์ ซึ่งพบว่า นักเรียนตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ แต่มีข้อผิดพลาดบางส่วน โดยที่นักเรียนไม่ได้แสดงวิธีคิดเกี่ยวกับปริมาตรที่จะต้องนำมาใช้สร้างบ่อน้ำชุมชน ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ตัวอย่างของใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แสดงการใช้โน้ตสนในการตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ แต่มิข้อผิดพลาดบางส่วน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก (ระดับดี)

ส่วนนักเรียนที่มีพัฒนาการด้านความคิดยืดหยุ่นระดับดีมากนั้น ในการทำแบบทดสอบเพื่อวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถใช้โน้ตสนในการตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม ดังภาพที่ 7

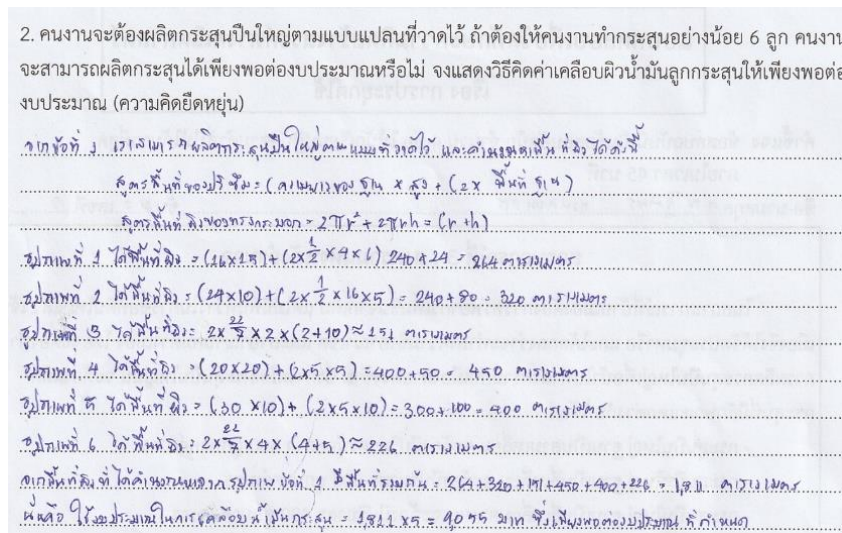


ภาพที่ 7 ตัวอย่างของแบบทดสอบในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แสดงการใช้โน้ตสนในการตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่าความสามารถในด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่มีพัฒนาการด้านความคิดยืดหยุ่นนั้น สามารถเลือกและให้เหตุผลในการสร้างลูกกระสุนปืนใหญ่ได้ และสามารถนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร มาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อคำนวณหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของลูกกระสุนปืนใหญ่ได้ โดยนักเรียนได้แสดงวิธีคิดพื้นที่ผิวและปริมาตรของลูกกระสุนปืนใหญ่ถูกต้อง แต่ยังใช้ข้อมูลเกี่ยวกับเงื่อนไขของสถานการณ์ไม่ถูกต้องและยังไม่ครบถ้วน

นักเรียนที่มีความคิดยืดหยุ่นในระดับดีมาก คือสามารถทำกิจกรรมกลุ่มและร่วมมือกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ อธิบายเหตุผลในการเลือกลูกกระสุนปืนใหญ่ได้หลายประเด็นและตอบคำถามตามเงื่อนไขในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม ส่วนในการทำแบบทดสอบเพื่อวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติที่ 3 นั้น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่มีความคิดยืดหยุ่นในระดับดี พยายามใช้ข้อมูลเกี่ยวกับเงื่อนไขของ

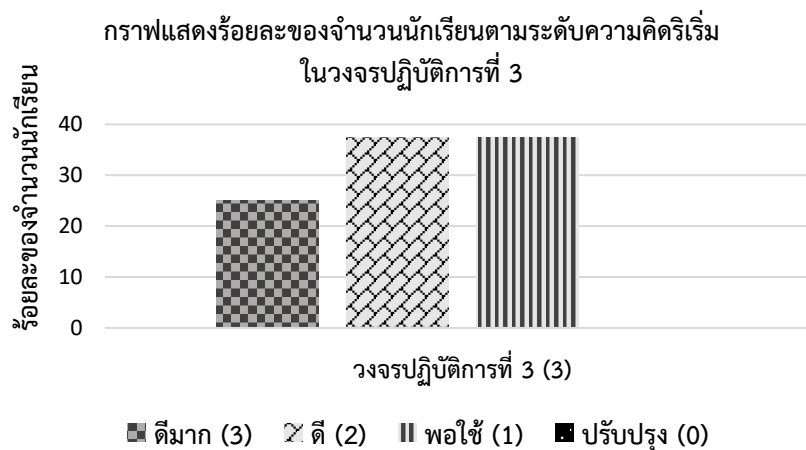
สถานการณ์ที่กำหนดให้ยังไม่ถูกต้องและยังไม่ครบถ้วนและนักเรียนที่มีความคิดยืดหยุ่นในระดับดีมาก สามารถใช้โน้ตส์ในการตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ตัวอย่างของแบบทดสอบในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แสดงการใช้โน้ตส์ในการตอบคำถามตามสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม เรื่อง การประยุกต์ใช้ (ระดับดีมาก)

3. ความคิดริเริ่ม

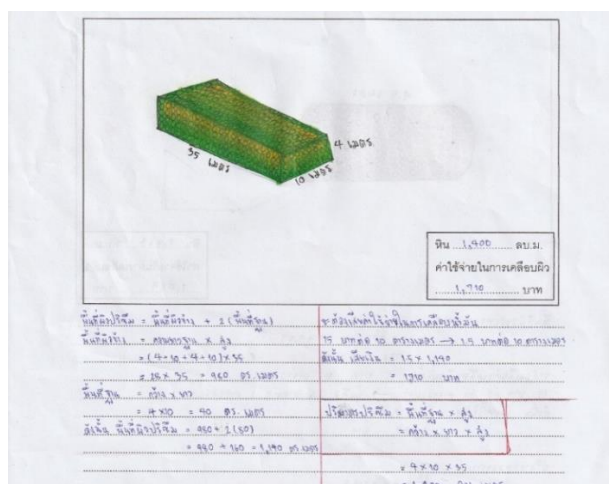
นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดริเริ่มวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยมีรายละเอียด ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

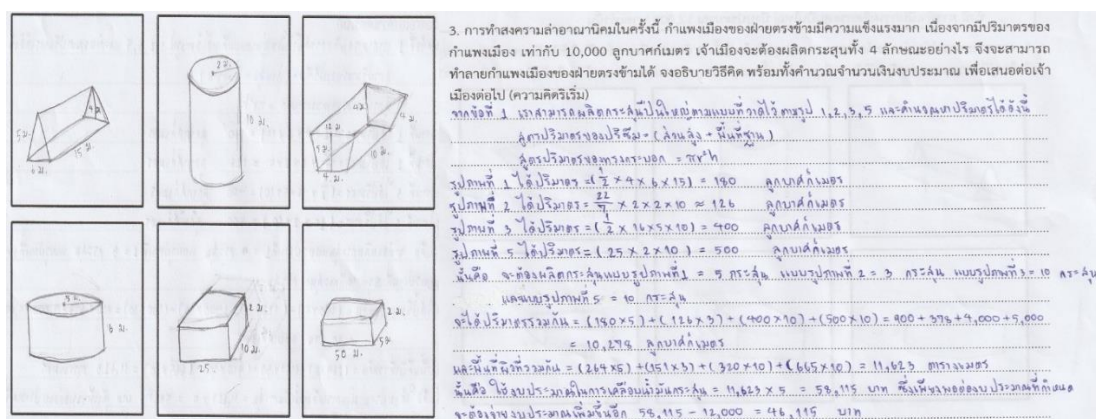
ภาพที่ 9 พบว่านักเรียนร้อยละ 37.50 (6 คน) จะสามารถมีความคิดริเริ่มได้ เมื่อมีครูคอยชี้แนะดูแลอย่างใกล้ชิด โดยนักเรียนสามารถใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ตามโน้ตส์ที่เคยเรียนรู้มา (ระดับพอใช้) นักเรียนร้อยละ 37.50 (6 คน) นักเรียนสามารถใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ โดยพัฒนาจากข้อมูลพื้นฐาน แล้วนำมาปรับปรุงใหม่ (ระดับดี) และนักเรียนร้อยละ 25.00 (4 คน) นักเรียนสามารถใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้อย่างแปลกใหม่ แตกต่างจากผู้อื่น มีความคิดอย่างหลากหลาย และสามารถนำความรู้ไปสู่การพัฒนาตนเองได้ (ระดับดีมาก)

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ใบกิจกรรม พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นั้น ใบกิจกรรมที่ได้จากการปฏิบัติของนักเรียนมีลักษณะของงานที่ใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ ตามโน้ตส์ที่เคยเรียนรู้มา และใบกิจกรรมที่ได้จากการปฏิบัติของนักเรียนมีลักษณะของงานที่ใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ โดยพัฒนาจากข้อมูลพื้นฐาน แล้วนำมาปรับปรุงใหม่ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ตัวอย่างของใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แสดงการใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ โดยพัฒนาจากข้อมูลพื้นฐาน แล้วนำมาปรับปรุงใหม่ เรื่อง การประยุกต์ใช้ (ระดับดี)

จากการทดสอบเพื่อวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยการให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งนักเรียนที่มีความคิดริเริ่มระดับดีนั้นจะใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ โดยพัฒนาจากข้อมูลพื้นฐาน แล้วนำมาปรับปรุงใหม่ ส่วนนักเรียนที่มีความคิดริเริ่มในระดับดีมานั้น จะแสดงออกถึงด้านความคิดริเริ่มผ่านการสร้างสรรค์ผลงานโดยใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้อย่างแปลกใหม่ แตกต่างจากผู้อื่น มีความคิดอย่างหลากหลาย และสามารถนำความรู้ไปสู่การพัฒนาตนเองได้ ตามภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ตัวอย่างของแบบทดสอบในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แสดงการใช้ความรู้ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้อย่างแปลกใหม่ แตกต่างจากผู้อื่น มีความคิดอย่างหลากหลาย และสามารถนำความรู้ไปสู่การพัฒนาตนเองได้ เรื่อง การประยุกต์ใช้ (ระดับดีมาก)

อภิปรายผล

เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่สอดคล้องกับหลักการและงานวิจัยดังต่อไปนี้

1. ด้านความคิดคล่อง นักเรียนร้อยละ 12.50 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากพื้นฐานความรู้เดิมและพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ไม่ชอบแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดของตนเอง ครูควรใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนรายบุคคล เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกทางความคิด และหลังจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่สามารถนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วขึ้น สามารถแสดงแนวคิดผ่านการตอบคำถามโดยการพูดและการเขียนได้อย่างหลากหลายขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มในการเล่นเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่มีสถานการณ์ปัญหาน่าสนใจและท้าทายความสามารถของนักเรียน โดยการใช้งานทาง

คณิตศาสตร์เพื่อออกแบบการวัดการกิจและการตีพิมพ์ จะต้องใช้งานแบบใช้ความรู้ความจำซึ่งเป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาความคิดคล่อง ตามหลักการและแนวคิดของ Henningsen and Stein (1997) ที่ได้กล่าวว่า งานทางคณิตศาสตร์จะช่วยกระตุ้นการเข้าร่วมในการแสดงแนวคิดและทักษะเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ นำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจและพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและตามผลการวิจัยของ Yamkruan and Niwattanakul (2016) ที่ได้พบว่า การนำเกมเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้นสามารถจูงใจนักเรียน โดยครูสามารถนำเกมไปใช้ในการสอน เพื่อให้การสอนดำเนินไปจนบรรลุเป้าหมาย เพราะเกมเป็นกิจกรรมที่จัดสภาพแวดล้อมของนักเรียนให้เกิดการแข่งขันอย่างมีกฎเกณฑ์ และเป็นกิจกรรมเพื่อความสนุกสนาน ซึ่งทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน และสร้างบรรยากาศการเรียนการสอนที่แปลกใหม่ เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและนักเรียนยังสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเกมได้ตลอดระยะเวลาในการเล่นเกมนี้นี้ยังแสดงให้เห็นถึงทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่อง ซึ่งเห็นได้จากการตอบคำถามอย่างอิสระและการสร้างสมการได้อย่างหลากหลาย

2. ด้านความคิดยืดหยุ่น นักเรียนร้อยละ 62.50 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีความสามารถในด้านความคิดยืดหยุ่นในระดับที่สามารถเลือกแนวทางในการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปได้ เพราะเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมกระตุ้นร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์นั้นเน้นให้นักเรียนได้ลงมือแก้สถานการณ์ปัญหาอย่างหลากหลาย จึงทำให้นักเรียนเกิดความท้าทายและต้องปรับแนวคิดให้เข้ากับสถานการณ์ตลอดเวลา ซึ่งเป็นการทำงานทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการเชิงการรู้ในระดับสูงต้องใช้ความรู้เรื่องต่างๆ และประสบการณ์มาช่วยในการแก้ปัญหา แล้วนำการแก้ปัญหานั้นมาเสนอหน้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดที่หลากหลายเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดตามสถานการณ์ สามารถเลือกและนำไปใช้ได้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ดีขึ้น โดยการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อออกแบบการวัดการกิจและการตีพิมพ์ จะต้องใช้งานแบบอาศัยการใช้ขั้นตอนวิธีดำเนินการและเชื่อมโยงเหมาะสำหรับการพัฒนาความคิดยืดหยุ่น ตามหลักการและแนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics, 2014) ที่ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง สามารถสร้างองค์ความรู้และค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Boonchu, Phetprapatsorn and Khumraksa (2022) ที่พบว่า การระดมความคิดของนักเรียนในกลุ่มและการนำเสนอหน้าชั้นเรียน จะทำให้นักเรียนได้วิเคราะห์ความเหมาะสมของข้อมูลและนำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา ทำให้เกิดการส่งเสริมด้านความคิดยืดหยุ่นให้ดียิ่งขึ้นได้ แต่นักเรียนส่วนใหญ่ที่ยังไม่สามารถนำแนวคิดไปใช้ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ด้วยตนเองได้ อาจมีผลมาจากนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่สามารถแสดงแนวคิดได้อย่างหลากหลายจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้สถานการณ์ที่มีการปรับเปลี่ยนไปได้

3. ด้านความคิดริเริ่ม นักเรียนร้อยละ 75 มีผลการพัฒนาด้านความคิดริเริ่มอยู่ในระดับดีและพอใช้ เกิดการพัฒนาด้านความคิดริเริ่มน้อย อาจเป็นผลมาจากการขาดความพร้อมของโรงเรียนขนาดเล็กที่มีครูจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แตกต่างกัน จึงทำให้นักเรียนมีความรู้เดิมที่ไม่มากพอและมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน ไม่สามารถต่อยอดทางความคิดได้ ส่วนนักเรียนที่พัฒนาแล้วนั้น พบว่าแสดงแนวคิดโดยพัฒนาความรู้จากข้อมูลพื้นฐาน แล้วนำมาปรับปรุงใหม่ เพื่อใช้แก้สถานการณ์ที่กำหนดให้ เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ของใบกิจกรรมการวัดการกิจ ทำให้นักเรียนได้เกิดการเสนอแนวคิดของตนเองภายในกลุ่มและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน ทำให้มีแนวคิดที่หลากหลายเพิ่มขึ้น แล้วนำแนวคิดเหล่านั้นมาใช้ในการพัฒนาแนวคิดของตน รวมไปถึงนำมาพัฒนาชิ้นงานของตนให้มีความเหมาะสมและแปลกใหม่เพิ่มขึ้นได้ โดยการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อออกแบบการวัดการกิจและการตีพิมพ์ จะต้องใช้งานแบบการใช้ความคิดขั้นสูงที่เน้นการลงมือทำซึ่งเหมาะสำหรับการพัฒนาความคิดริเริ่ม ตามหลักการและแนวคิดของ Henningsen and Stein (1997) ที่ได้กล่าวว่า งานทางคณิตศาสตร์ที่เป็นงานที่ใช้การทำคณิตศาสตร์เป็นงานที่ต้องใช้ความคิดขั้นสูงและจะต้องออกแบบสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และได้เกิดความคิดในการแก้ปัญหาที่ต้องนำความรู้ ประสบการณ์ของนักเรียนมาประยุกต์ใช้ และปรับปรุงหรือสร้างแนวความคิดขึ้นมาใหม่ ที่มีความแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น นำไปสู่การพัฒนาความคิดริเริ่มของนักเรียน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Kaewmeechai and Kijkuakul (2020) ที่พบว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ได้นั้น จำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีก่อน จึงจะสามารถนำความรู้ ทักษะทางคณิตศาสตร์และประสบการณ์ของนักเรียนมาใช้แก้ปัญหาจนทำให้เกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม

จากการศึกษาการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาทักษะคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องมากที่สุด เห็นได้จากการแสดงวิธีคิดที่หลากหลาย แนวคิดทำให้ทราบถึงความคิดคล่องของนักเรียนตามด้วยทักษะความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดยืดหยุ่น เมื่อนักเรียนมีแนวคิดหลากหลายวิธีการแล้ว นักเรียนจะสามารถนำแนวคิดที่ตนเองมีมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งแสดงถึงความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนนั่นเองและมีแนวโน้มที่จะพัฒนาให้เกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มได้ เห็นได้จากการปรับใช้แนวคิดของนักเรียนที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์นั้น จะทำให้นักเรียนได้เกิดแนวคิดใหม่ๆแตกต่างจากผู้อื่น มีความคิดอย่างหลากหลายและสามารถนำความรู้ไปสู่การพัฒนาตนเองได้ การใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อออกแบบการวัดการกิจและการตีความสมบัติ จะต้องใช้งานแบบใช้ความรู้ความจำซึ่งเป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาความคิดคล่อง งานแบบอาศัยการใช้ขั้นตอนวิธีดำเนินการและเชื่อมโยงเหมาะสำหรับการพัฒนาความคิดยืดหยุ่นและงานแบบการใช้ความคิดขั้นสูงที่เน้นการลงมือทำเหมาะสำหรับการพัฒนาความคิดริเริ่ม นอกจากนี้ครูควรเลือกสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันและบริบทในชุมชนของนักเรียน และควรออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ให้มีความต่อเนื่องกัน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำประสบการณ์ของตนเองมาใช้ในการทำกิจกรรมได้ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านการนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อนำมาปรับปรุงชิ้นงานให้มีความสมบูรณ์และแปลกใหม่ยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มากที่สุด การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาทักษะคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการคิดที่ซับซ้อนและต้องการองค์ประกอบเกื้อหนุนที่เหมาะสมและมีความสำคัญมากในปัจจุบัน จึงควรพัฒนาและส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

นักเรียนมีการพัฒนาด้านความคิดคล่องมากที่สุด รองลงมาคือการพัฒนาด้านความคิดยืดหยุ่นและด้านที่พัฒนาน้อยที่สุดคือด้านความคิดริเริ่ม ซึ่งการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้โดยการพัฒนาความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นก่อน แล้วจะส่งผลต่อการเกิดความคิดริเริ่มตามลำดับและในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ได้แสดงออกถึงการคิดที่หลากหลายนั้น ครูควรใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่มีสถานการณ์ปัญหาที่ต่อเนื่องกันและมีลักษณะที่อาศัยการใช้ขั้นตอนวิธีดำเนินการและมีการเชื่อมโยงที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริงจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมมากขึ้น และเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดที่หลากหลายตามเป้าหมาย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ครูควรสำรวจสมโนทัศน์และพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องในการพัฒนาต่อยอดด้านความคิดคล่องและด้านความคิดยืดหยุ่น ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาความคิดริเริ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ครูควรออกแบบสถานการณ์ปัญหาวงานทางคณิตศาสตร์ที่มีความต่อเนื่อง ตามลักษณะของงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ได้ครบทุกองค์ประกอบภายใต้สถานการณ์ปัญหาเดียวกัน และช่วยให้นักเรียนได้นำแนวคิดที่ได้จากงานที่ใช้ความรู้ความจำและงานที่ใช้ขั้นตอนไปต่อยอดในอนาคต

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมกระดานร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนได้แสดงทักษะหลายด้านเกี่ยวกับการทำงานร่วมกันเป็นทีมจนประสบความสำเร็จ ในการวิจัยครั้งต่อไปสามารถศึกษาและพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมได้ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

2.2 เนื่องจากในการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า นักเรียนมีผลการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มอยู่ในระดับน้อย ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรพัฒนาด้านความคิดริเริ่ม ซึ่งเป็นความคิดที่จัดอยู่ระดับสูงและจำเป็นในศตวรรษที่ 21

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่ง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา นอกจากนี้ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบ คณาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญ ผู้บริหาร คณะผู้สอน นักเรียนและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาการวิจัยครั้งนี้

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ขอความยินยอมโดยใช้เอกสารจากผู้เข้าร่วมวิจัยอย่างถูกต้องตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หลักความเคารพในบุคคล หลักคุณประโยชน์ และไม่ก่ออันตรายต่อผู้เข้าร่วมวิจัยและหลักความยุติธรรม

References

- Archawanuntakul, S. (2016). **Board game universe, one board universe**. Bangkok: Salmon.
- Boonchu, P., Phetprapatsorn, S. and Khumraksa, B. (2022). Developing of science learning activities via STEAM education approach in the topic of “Let’s Design Your Zoo” to enhance creative thinking skills of primary school students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 5(1), 107-123.
- Cai, J. and Lester, F.K. (2010). Why is teaching with problem solving important to student learning. Retrieved June 10, 2022, from **The National Council of Teachers of Mathematics**: <https://shorturl.asia/Zsw8L>
- Henningsen, M. and 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.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2021). **PISA 2018 Assessment Results in Reading, Mathematics and Science**. Bangkok: IPST.
- Kaewmeechai, N. and Kijkuakul, S. (2020). Hands-on Learning approach with Tasks for Grade 5 Students’ Mathematical Creativity in Fractions and Mixed Numbers (in Thai). **Journal of Kasetsart Educational Review**. 36(2), 180-190.
- Kemmis and Wilkinson, M. (1998). **Participatory action research and the study of practice**. London: Routledge.
- Khaemane, T. (2018). **Teaching Science: Body of Knowledge for Effective Learning Process** (in Thai). (22nd edition). Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Ministry of Education. (2017). **Indicators and learning subjects in the core of mathematics learning subject groups. (Revised Edition B.E. 2560) According to the Core Curriculum of Basic Education B.E. 2551** (in Thai). Bangkok: Agricultural cooperative printing demonstrations of Thai co., Ltd.
- Smith, M. S. and Stein, M.K. (1998). Selecting and Creating Mathematical Tasks: From Research to Practice. **Mathematics Teaching in the Middle School**, 3(5), 344-350.
- Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M., and Silver, E. A. (2000). **Implementing standards - based mathematics instruction: A casebook for professional development**. New York: Teachers College Press.
- The National Council of Teachers of Mathematics. (2014). **Implement Tasks That Promote Reasoning and Problem Solving**, Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All Produced. VA: NCTM.
- Yamkruan, L. and Niwattanakul, S. (2016). The using of game-based learning for promote mathematics process skills of 6th grade students (in Thai). **Journal of Information Science and Technology**, 7(1), 33-41.