

การใช้เกมเพื่อการเรียนรู้สำหรับส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

The Using of Game-Based Learning for Promote Mathematics Process Skills of 6th Grade Students

ลดาวัลย์ แยมครวญ¹ และศุภกฤษฎี นิวัฒนากุล²

^{1,2}สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ABSTRACT

This research aims to use the game-based learning to promote mathematics process skills for 6th grade. The sample is divided into the experimental group or normal learning group, integrated with game-based learning and the control group or normal learning group. The sample size is 30 students for each group. The experimental data are collected from the mathematical process skills test. There are five differences in mathematics process skills: 1) problem solving, 2) reasoning, 3) communication and presentation, 4) linking, and 5) creative. The experimental results indicate that the experimental group has a significantly higher mathematical skills than the control group at the 0.05 level for all skills, and the experimental group has a significantly higher post-test mathematical skills than pre-test at the 0.05 level for all skills.

KEYWORDS: Game-Based Learning; Mathematics Process Skills; Mathematics

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเกมเพื่อการเรียนรู้ไปใช้ในการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มที่เรียนแบบปกติร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มที่เรียนแบบปกติ โดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 30 คน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ทักษะกระบวนการ ได้แก่ 1) การแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อสาร และการนำเสนอ 4) การเชื่อมโยง และ 5) ความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกทักษะ และกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกทักษะ

คำสำคัญ: เกมเพื่อการเรียนรู้; ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์; คณิตศาสตร์

1. บทนำ

ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีเป็นเรื่องที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง ซึ่งการใช้เกมเพื่อการเรียนรู้กับการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันนั้น ถือว่ามีบทบาทสำคัญต่อการศึกษา และการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้โดยมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งผู้เรียนสามารถเปลี่ยนบทบาทจากการเรียนรู้จากการฟังในการเรียนการสอนแบบปกติ ไปเป็นบทบาทที่ต้องเรียนรู้ผ่านการฝึกปฏิบัติด้วย

ตนเอง โดยใช้เกมเพื่อการเรียนรู้เป็นสื่อกลาง ซึ่งสื่อการสอนประเภทเกมเพื่อการเรียนรู้ถือเป็นสื่อการสอนประเภทหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ช่วยพัฒนาความรู้ ทักษะกระบวนการคิด โดยจุดประสงค์หลักของการสร้างเกมคอมพิวเตอร์ทุกชนิด คือ การมุ่งหวังให้เกมเป็นสื่อกลางที่ช่วยให้ผู้เล่นรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของเกม ช่วยกระตุ้นจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์แก่ผู้เล่น ตลอดจนให้ผู้เรียนรู้สึกผ่อนคลายและพึงพอใจในการเล่น [1]

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์และศิลป์ที่ใช้เหตุผลในการสร้างทฤษฎีต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้ได้อย่างเป็นระบบ มีความสำคัญต่อการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าในโลกยุคปัจจุบัน มนุษย์ใช้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการคิด ทำให้เกิดเป็นวิทยาการ และนวัตกรรมใหม่ ๆ จนอาจกล่าวได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานของทั้งวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่เป็นกระบวนการ มีเหตุผล[2] มีเนื้อหาที่มีลักษณะที่สามารถใช้เพื่อการสื่อสาร สื่อความหมาย และการถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุป และนำไปใช้ประโยชน์ได้

ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ โดยมนุษย์ใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ นอกจากนี้ ยังทำให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล มีระเบียบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ถี่ถ้วน สามารถวางแผนตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้

แต่อย่างไรก็ตาม ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของผู้เรียนยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจนัก เนื่องจากผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยรวมทุกระดับชั้น ประจำปี พ.ศ. 2558 มีคะแนนเฉลี่ย 34.15 ส่วนผลการทดสอบประจำปี พ.ศ. 2559 มีคะแนนเฉลี่ย 31.15 [3] ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยรวมของทุกระดับชั้นลดลง นอกจากนี้ ผลการทดสอบของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ Program for International Student Assessment (PISA) ที่มีการประเมินผลนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการอ่านนั้น มีผลคะแนนด้านคณิตศาสตร์ลดลงจาก 426 คะแนนในปี พ.ศ. 2555 เป็น 415 คะแนน ในปี 2558 [4]

จากการศึกษาถึงปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคะแนน O-NET ค่าของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 [5] พบว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ปัจจัยเกี่ยวกับผู้เรียน ได้แก่ การไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การให้ความสำคัญต่อการสอบน้อย พื้นฐานความรู้ไม่ดี ส่วนปัจจัยเกี่ยวกับผู้สอน ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของผู้สอน ผู้สอนไม่มีความรู้ ผู้สอนไม่เพียงพอ และคุณวุฒิของผู้สอนไม่ตรงตามสาระการสอน จึงส่งผลกระทบต่อคุณภาพการสอน

ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องปรับเปลี่ยนวิธีการสอนให้เข้ากับยุคสมัย โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน [6] และหาแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพให้มีรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มากขึ้น เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้ตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา [7]

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน [8] มุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของผู้เรียน ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving) คือการทำความเข้าใจปัญหา เพื่อให้ได้กระบวนการในการแก้ปัญหา และนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง 2) ทักษะการให้เหตุผล (Reasoning) คือการรวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุผล เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง และเที่ยงตรง 3) ทักษะการสื่อสาร และการนำเสนอ (Communication and Presentation) คือการเลือกรูปแบบการสื่อสาร และนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม 4) ทักษะการเชื่อมโยง (Linking) อาจจำแนกได้ 2 ลักษณะ คือการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และ 5) ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creative) คือการใช้ความรู้หรือมโนทัศน์เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ความคล่องแคล่ว ความยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความละเอียดลออในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนหลังจากเรียนจากชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเรื่องการให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากการใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 [9] และในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนโดยวิธีสอนแบบโครงงานร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่

ที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 [10]

ทั้งนี้ ในการออกแบบ พัฒนาเกม และวัดทัศนคติต่อเกม โดยใช้เกมเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ผลที่ได้พบว่า ความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับเกมเป็นไปในเชิงบวก และบางเกมอาจนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ [11] นอกจากนี้ ได้มีการนำวิธีการสอนของโพลยาที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนในการแก้ปัญหา ได้แก่ 1) ความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน และ 4) การตรวจสอบ มาใช้ร่วมกับแอปพลิเคชันบนคอมพิวเตอร์พกพา เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการประเมินทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนอยู่ในระดับดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด [12]

จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการใช้เกมเพื่อการเรียนรู้เป็นสื่อการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจากผู้เรียนในวัยนี้เป็นช่วงวัยที่ทักษะด้านการใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์มีการพัฒนารวดเร็ว สมองกำลังพัฒนาเต็มที่ และการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น [13]

อีกทั้ง การนำเกมเพื่อการเรียนรู้มาเป็นสื่อการเรียนการสอนในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เน้นที่การวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้เพียงอย่างเดียว ไม่ได้คำนึงถึงทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ หรือเป็นการวัดทักษะกระบวนการ แต่ไม่มีการระบุด้านที่ทำการวัดอย่างชัดเจน และไม่ครอบคลุมทักษะกระบวนการทั้ง 5 ด้าน หรือเป็นการวัดทักษะกระบวนการ แต่เป็นการใช้สื่อการสอนประเภทอื่น ซึ่งในทางปฏิบัติควรมีการวัดให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ และทักษะกระบวนการ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเกมเพื่อการเรียนรู้ไปใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทั้งด้านความรู้ และทักษะกระบวนการไปพร้อม ๆ กัน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียน

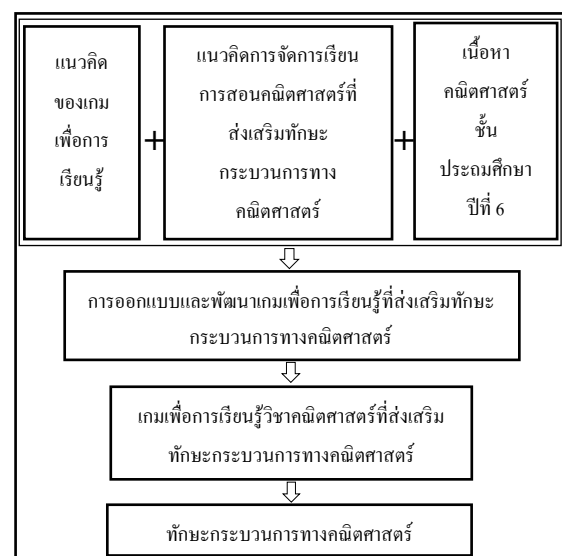
2. สมมติฐานการวิจัย

2.1 กลุ่มทดลองที่เรียนแบบปกติร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทุกด้านสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.2 กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทุกด้านหลังเรียนร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยนำเกมเพื่อการเรียนรู้ไปใช้เป็นส่วนเสริมในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเนื้อหาเรื่อง 1) จำนวนนับ และการบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับ 2) สมการและการแก้สมการ และ 3) ตัวประกอบของจำนวนนับ ซึ่งเกมมีคุณสมบัติในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) ทักษะการให้เหตุผล 3) ทักษะการสื่อสาร และการนำเสนอ 4) ทักษะการเชื่อมโยง และ 5) ทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยงานวิจัยนี้มีกรอบแนวคิดการวิจัยดังรูปที่ 1



รูปที่ 1. กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยนั้น ได้ศึกษาแนวคิดเกมเพื่อการเรียนรู้ การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปพัฒนาเกมเพื่อการเรียนรู้สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินการวิจัยดังรูปที่ 2

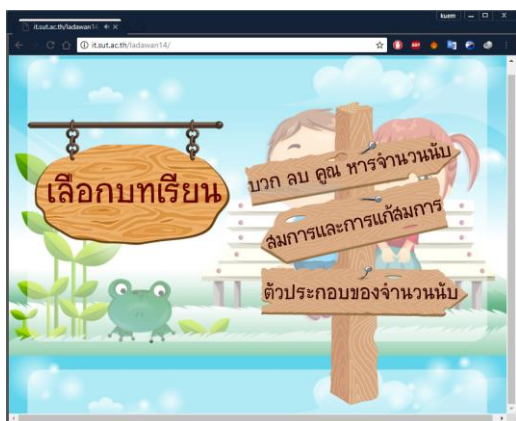


รูปที่ 2. ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) เกมเพื่อการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และ 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1) เกมเพื่อการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งมีส่วนต่อประสาน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3. ส่วนต่อประสานเริ่มต้นของเกมเพื่อการเรียนรู้

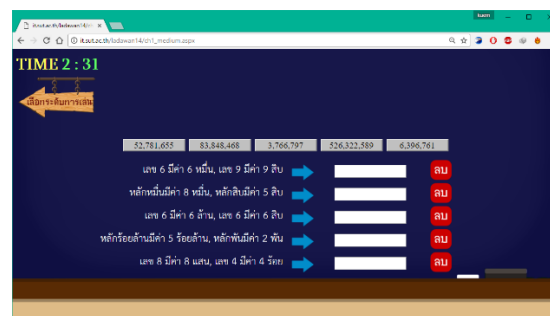
เกมเพื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเกมคอมพิวเตอร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบ และผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ โดยการประเมินคุณสมบัติเชิง

คุณภาพแบบ ISO/IEC 9126 [14] ซึ่งแบ่งการประเมินเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพของเกม (Efficiency) ด้านประสิทธิผลของเกม (Effectiveness) ด้านความยืดหยุ่นของเกม (Flexibility) และด้านเนื้อหาของเกม (Content) ในเรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ด้าน ในแต่ละบทเรียน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าเพื่อกำหนดระดับความพึงพอใจ มีช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-5 [15] และใช้การแปลผลระดับความพึงพอใจโดยคำนวณความกว้างของอันตรภาคชั้น [16] ซึ่งเกณฑ์การแปลผลระดับความพึงพอใจ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. เกณฑ์ในการแปลความหมายระดับความพึงพอใจ

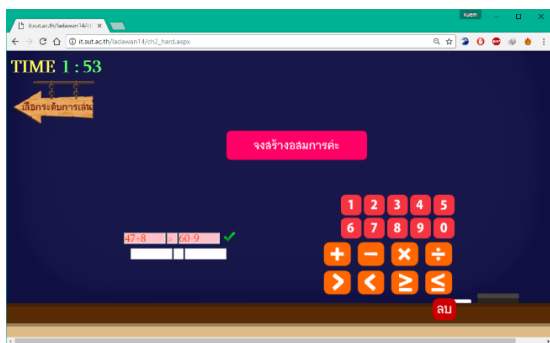
ระดับความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
5	4.21–5.00	มากที่สุด
4	3.41–4.20	มาก
3	2.61–3.40	ปานกลาง
2	1.81–2.60	น้อย
1	1.00–1.80	น้อยที่สุด

ภายในเกมเพื่อการเรียนรู้ประกอบด้วยเกมย่อย ๆ ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ด้าน โดยเกมย่อยต่าง ๆ มีคุณสมบัติในการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายทักษะกระบวนการ ตัวอย่างของเกมที่จะส่งเสริมทักษะการสื่อสาร และการนำเสนอ ร่วมกับทักษะการเชื่อมโยง ได้แก่ เกมค่าประจำหลัก ซึ่งภายในเกมมีคำถามที่นำเสนอในรูปแบบของค่าประจำหลักที่ผู้เล่นต้องเลือกคำตอบที่เป็นจำนวนนับให้สอดคล้องกับโจทย์ปัญหา ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4. เกมค่าประจำหลักสำหรับส่งเสริมทักษะกระบวนการด้านการสื่อสาร และการนำเสนอ ร่วมกับทักษะการเชื่อมโยง

นอกจากนี้ ตัวอย่างของเกมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการด้านความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ เกมสร้างสมการ ซึ่งเป็นเกมที่ผู้เล่นสามารถหาคำตอบ โดยการสร้างสมการตามที่โจทย์กำหนดได้หลากหลาย และมีอิสระในการตอบคำถาม ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5. เกมสร้างสมการสำหรับส่งเสริมทักษะกระบวนการด้านความคิดสร้างสรรค์

ในส่วนของผลการประเมินเกมเพื่อการเรียนรู้แต่ละด้านแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ผลการประเมินเกมเพื่อการเรียนรู้แต่ละด้าน

ด้านที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
ด้านประสิทธิภาพ	4.26	0.98	มากที่สุด
ด้านประสิทธิผล	4.06	1.00	มาก
ด้านความยืดหยุ่น	4.08	1.24	มาก
ด้านเนื้อหา	4.09	1.02	มาก
ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	4.11	0.40	มาก

จากการประเมินเกมเพื่อการเรียนรู้แต่ละด้านพบว่า ด้านประสิทธิภาพได้รับการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.26$, $S.D. = 0.98$) ผลการประเมินเกมเพื่อการเรียนรู้ด้านประสิทธิผลอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.06$, $S.D. = 1.00$) ผลการประเมินเกมเพื่อการเรียนรู้ด้านความยืดหยุ่นอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.08$, $S.D. = 1.24$) และผลการประเมินเกมเพื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.09$, $S.D. = 1.02$) ส่วนผลการประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ภายในเกมทั้ง 5 ด้าน อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.11$, $S.D. = 0.40$)

2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 15 ข้อ โดยให้

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ เพื่อนำมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงก์ (Index of Item – Objective Congruence: IOC) [17] โดยผลการคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงก์พบว่า ผ่านเกณฑ์ และวัดระดับความยาก-ง่ายของข้อคำถามด้วย KR-20 [18] ระดับความยาก-ง่ายของข้อคำถามแบ่งระดับได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3. เกณฑ์ในการแปลผลระดับความยาก-ง่ายของ

แบบทดสอบ	
ระดับคะแนนความยาก-ง่าย	แปลผลระดับความยาก-ง่าย
0.20 หรือต่ำกว่า 0.20	ยากมาก
0.21 – 0.40	ยาก
0.41 – 0.60	ปานกลาง
0.61 – 0.80	ง่าย
0.81 - 1	ง่ายมาก

จากการวัดระดับความยาก-ง่ายของข้อคำถามในแต่ละบทเรียนนั้น ผลการวัดระดับความยากง่ายของแบบทดสอบแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4. ผลการวัดระดับความยากง่ายของแบบทดสอบ

บทเรียน	ระดับคะแนนความยาก-ง่าย	แปลผลระดับความยาก-ง่าย
จำนวนนับ และการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนนับ	0.52	ปานกลาง
สมการและการแก้สมการ	0.64	ง่าย
ตัวประกอบของจำนวนนับ	0.60	ปานกลาง

จากตารางที่ 4 แสดงผลการวัดระดับความยาก-ง่ายของแบบทดสอบพบว่า บทเรียนเรื่อง 1) จำนวนนับ และการบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับ มีค่าระดับความยาก-ง่ายอยู่ในระดับปานกลาง (0.52) 2) สมการและการแก้สมการ มีค่าระดับความยาก-ง่ายเท่าอยู่ในระดับง่าย (0.64) และ 3) ตัว

ประกอบของจำนวนนับ มีค่าระดับความยาก-ง่ายอยู่ในระดับปานกลาง (0.60)

3.2 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้ โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การสุ่มตัวอย่างตามความสะดวก และเลือกกลุ่มตัวอย่างตามตารางสำเร็จรูปของเครซี และมอร์แกน [19] แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน และใช้ค่าทดสอบที (T-test) [20] ในการทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนนำเกมเพื่อการเรียนรู้ไปทดลองกับกลุ่มทดลองเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลที่ได้พบว่าทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งจากการใช้เกมเพื่อการเรียนรู้สำหรับส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังเรียนร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

การแก้ปัญหา					
กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{D}$	t	p
กลุ่มทดลอง	13.73	3.72	2.03	3.87*	0.00
กลุ่มควบคุม	11.70	3.80			
การให้เหตุผล					
กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{D}$	t	p
กลุ่มทดลอง	8.63	2.33	2.20	3.87*	0.00
กลุ่มควบคุม	6.43	2.62			
การสื่อสาร และการนำเสนอ					
กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{D}$	t	p
กลุ่มทดลอง	8.53	2.21	1.97	2.28*	0.03
กลุ่มควบคุม	6.56	2.66			
การเชื่อมโยง					
กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{D}$	t	p
กลุ่มทดลอง	11.93	2.74	2.96	4.56*	0.00
กลุ่มควบคุม	8.97	4.28			
ความคิดสร้างสรรค์					
กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{D}$	t	p
กลุ่มทดลอง	6.20	2.46	1.00	2.78*	0.00
กลุ่มควบคุม	5.20	1.92			

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทุกด้านสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p) ที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะการแก้ปัญหาเท่ากับ 13.73 คะแนน ($S.D. = 3.72$) ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะการแก้ปัญหาเท่ากับ 11.70 คะแนน ($S.D. = 3.80$) ส่วนด้านทักษะการให้เหตุผล กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.63 คะแนน ($S.D. = 2.33$) ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.43 คะแนน ($S.D. = 2.62$)

ด้านทักษะการสื่อสารและการนำเสนอ กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.53 คะแนน ($S.D. = 2.21$) ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.56 คะแนน ($S.D. = 2.66$) ในด้านทักษะการเชื่อมโยง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.93 คะแนน ($S.D. = 2.74$) ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีคะแนน

เฉลี่ยเท่ากับ 8.97 คะแนน ($S.D. = 4.28$) และในส่วนของด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.20 คะแนน ($S.D. = 2.46$) ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.20 คะแนน ($S.D. = 1.92$)

นอกจากนี้ ในส่วนของผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การแก้ปัญหา	$\bar{x}$	$S.D.$	$\bar{D}$	t	p
ก่อนเรียน	9.60	4.49	4.13	7.46*	0.00
หลังเรียน	13.73	3.72			
การให้เหตุผล	$\bar{x}$	$S.D.$	$\bar{D}$	t	p
ก่อนเรียน	5.70	2.59	2.93	6.80*	0.00
หลังเรียน	8.63	2.33			
การสื่อสาร และการนำเสนอ	$\bar{x}$	$S.D.$	$\bar{D}$	t	p
ก่อนเรียน	6.43	2.27	2.10	9.84*	0.00
หลังเรียน	8.53	2.21			
การเชื่อมโยง	$\bar{x}$	$S.D.$	$\bar{D}$	t	p
ก่อนเรียน	7.13	2.58	4.80	4.53*	0.00
หลังเรียน	11.93	2.74			
ความคิดสร้างสรรค์	$\bar{x}$	$S.D.$	$\bar{D}$	t	p
ก่อนเรียน	4.10	2.04	2.10	5.55*	0.00
หลังเรียน	6.20	2.46			

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนทุกด้านสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p) ที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะการแก้ปัญหาลงเรียนเท่ากับ 13.73 คะแนน ($S.D. = 3.72$) ซึ่งก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.60 คะแนน ($S.D. = 4.49$) ส่วนด้านทักษะการให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 8.63 คะแนน ($S.D. = 2.33$) ซึ่งก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.70 คะแนน ($S.D. = 2.59$)

ด้านทักษะการสื่อสารและการนำเสนอ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 8.53 คะแนน ($S.D. = 2.21$) ซึ่งก่อน

เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.43 คะแนน ($S.D. = 2.27$) ในด้านทักษะการเชื่อมโยง มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 11.93 คะแนน ($S.D. = 2.74$) ซึ่งก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.13 คะแนน ($S.D. = 2.58$) และในส่วนของด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 6.20 คะแนน ($S.D. = 2.46$) ในขณะที่ยังก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 คะแนน ($S.D. = 2.04$)

จากผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ทำให้ทราบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ภายในกลุ่มทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p) ที่ระดับ 0.05 ในทุกด้าน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเกมเพื่อการเรียนรู้มีส่วนในการส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปในทิศทางที่ดีขึ้น

จากผลการวิจัยที่ได้ สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่าด้วยการนำเกมเพื่อการเรียนรู้เข้ามามีส่วนในการเรียนการสอน ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ให้สามารถเรียนรู้ได้รวดเร็ว และสามารถจดจำได้ยาวนาน ทำให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ซึ่งเกมเพื่อการเรียนรู้มีส่วนช่วยในการจดจำ และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น จึงทำให้กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้ [21]

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่าด้วยการนำเกมเข้ามามีส่วนในการจัดการเรียนการสอนนั้นสามารถจูงใจผู้เรียน โดยผู้สอนสามารถนำเกมไปใช้ในการสอน เพื่อให้การสอนดำเนินไปจนบรรลุเป้าหมาย เพราะเกมเป็นกิจกรรมที่จัดสภาพแวดล้อมของผู้เรียนให้เกิดการแข่งขันอย่างมีกฎเกณฑ์ และเป็นกิจกรรมเพื่อความสนุกสนาน ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน และสร้างบรรยากาศการเรียนการสอนที่แปลกใหม่ เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ [22] และผู้เรียนยังสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเกมได้ตลอดระยะเวลาในการเล่นเกมนั้น ทั้งนี้ ยังแสดงให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ซึ่งเห็นได้จากผลการ

เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และกลุ่มทดลองที่มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนในทุกทักษะสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นกัน

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเกมเพื่อการเรียนรู้ไปใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เกมเพื่อการเรียนรู้เป็นสื่อเสริมในวิชาคณิตศาสตร์ โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มที่เรียนแบบปกติร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุม หรือกลุ่มที่เรียนแบบปกติ กลุ่มละ 30 คน และทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ค่าทดสอบที (T-test) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ผลที่ได้จากทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระจากกัน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกทักษะกระบวนการ และกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้ในทุกทักษะกระบวนการ ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ว่า กลุ่มทดลองที่เรียนแบบปกติร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกทักษะกระบวนการ และกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกทักษะกระบวนการเช่นกัน

จากผลการวิจัย ทำให้ทราบว่า การใช้เกมเพื่อการเรียนรู้ร่วมกับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นกลุ่มทดลองได้ เนื่องจากการใช้เกมเพื่อการเรียนรู้ในการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียน นำไปสู่การเรียนรู้ ทำให้มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

6. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นเพียงการนำเกมเพื่อการเรียนรู้ไปใช้กับบทเรียนที่มีอยู่ในเกมเพื่อการเรียนรู้เท่านั้น ไม่ได้ครอบคลุมเนื้อหาทุกบทเรียน ซึ่งในอนาคตอาจมีการนำเกมเพื่อการเรียนรู้ไปใช้เป็นการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีเนื้อหาทุกบทเรียน และยังไม่มีการศึกษาในเชิงลึกเกี่ยวกับทักษะกระบวนการที่จำเป็นต่อเนื้อหาบทเรียนในแต่ละบทเรียน ซึ่งแต่ละทักษะอาจมีความจำเป็นต่อเนื้อหาในแต่ละบทเรียนมากน้อยแตกต่างกันไป หรือความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการในแต่ละด้านที่อาจมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง โดยผลที่ได้จะสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้พัฒนาเกมเพื่อการเรียนรู้ และผู้สอนที่สามารถนำเกมเพื่อการเรียนรู้ไปใช้กับการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม และสามารถจัดกลุ่มทักษะกระบวนการที่เหมาะสมกับบทเรียนในแต่ละบทเรียน

การนำเกมเพื่อการเรียนรู้ไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเกม และผู้สอนได้ดี หากมีการนำไปใช้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน นอกจากนี้ ยังสร้างความท้าทายให้กับผู้พัฒนาหรือผู้วิจัยเกมเพื่อการเรียนรู้ ที่จะต้องหาแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเกม เพื่อให้สามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียนอย่างแท้จริง

เอกสารอ้างอิง

- [1]. Bostan B. Player motivations: A psychological perspective. Computers in Entertainment 2009;7(2):22.1-22.25.
- [2]. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด; 2555.
- [3]. สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ [อินเทอร์เน็ต]. ผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) 2559; 2560. สืบค้นเมื่อ 3 มกราคม 2560. เข้าถึงได้จาก http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM6_2559.pdf
- [4]. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [อินเทอร์เน็ต]. สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015; 2558. สืบค้นเมื่อ 3 มกราคม 2560. เข้าถึงได้จาก:

- <https://drive.google.com/file/d/0Bza8voFmdFsrRGiYbmdPa0pkXzg/view>.
- [5]. เอี่ยมพร หลินเจริญ, สิริศักดิ์ อาจิวชัย และภิรภา จันทน์อินทร์. ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์การสอบ O-NET ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่ำ. รายงานการวิจัยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน); 2552.
 - [6]. ชัยศักดิ์ ลิลาจรัสกุล. เอกสารคำสอนรายวิชาหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ; 2543.
 - [7]. จิราภรณ์ ศิริทวี. กลยุทธ์การพัฒนาผู้เรียน: ประสบการณ์จากการปฏิบัติจริง. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาพลังแผ่นดินเชิงคุณธรรม (ศูนย์คุณธรรม) สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน); 2551.
 - [8]. กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2551.
 - [9]. บุญญา เพียรสวรรค์. การพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผล เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปที่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร 2560;3(25):156-168.
 - [10]. นภาพันธุ์ ศรีชัย, มารศรี กลางประพันธ์ และสมเกียรติ พลละจิตต์. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนโดยวิธีสอนแบบโครงงานร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารบัณฑิตศึกษา 2558;2(58):67-78.
 - [11]. Katmada A, Mavridis A, Tsiatsos T. Implementing a Game for Supporting Learning in Mathematics. The Electronic Journal of e-Learning 2014;12(3):230-242.
 - [12]. กิรณา อึ้งสกุล, โสพล มีเจริญ, สุรพล บุญลือ. การสร้างวิธีการสอนร่วมกับแอปพลิเคชันแบบพกพา (Tablet) เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์. ใน: เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการ มทร.ตะวันออก มรภ.กลุ่มศรีอยุธยา และราชนครินทร์วิชาการและวิจัย; 2557.
 - [13]. สุรางค์ ไคว่ตระกูล. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2556.
 - [14]. International Standard Organization. ISO/IEC 9126: Information Technology – Software Product Evaluation - Quality Characteristics and Guidelines for Their Use. Geneva: International Organization for Standardization; 1991.
 - [15]. Likert R. A Technique for the Measurement of Attitudes. Archives of Psychology 1932;140:1-55.
 - [16]. Fisher RA. Statistical methods for research workers. 11th Edition. Edinburgh: Oliver & Boyd; 1950.
 - [17]. Rovinelli RJ., Hambleton RK. On the Use of Content Specialists in the Assessment of Criterion-Referenced Test Item Validity. Dutch Journal for Educational Research 1997;2(2):49-60.
 - [18]. Kuder GF, Richardson MW. The theory of estimation of test reliability. Psychometrika 1937;2:151-160.
 - [19]. Krejcie R.V., Morgan D.W. Determining Sample Size for Research Activities. Educational and Psychological Measurement 1970;30: 607-610.
 - [20]. Student. The Probable Error of a Mean. Biometrika 1908;6(1):1- 25.
 - [21]. Heimer RT, Trueblood CR. Strategies for Teaching Children Mathematics. Washington D.C.: Addison – Wesley Publishing Company; 1977.
 - [22]. Grambs JD, Carr JC, Fitch RM. Modern Methods in Secondary Education. 3rd Edition. U. S. A. : Holt, Rinehart and Winston, Inc; 1970.