

การพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์โดยประยุกต์ใช้ The 3T Framework ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดกรุงเทพมหานคร

DEVELOPING AN ONLINE MATHEMATICS CURRICULUM USING THE 3T FRAMEWORK AND ACTIVE LEARNING FOR ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS OF BANGKOK DEPARTMENT OF EDUCATION

เอมมิกา วชิระวินท์^{1*}, สินชัย จันทร์เสม², ประภาวรรณ สมุทรเฝ้าจินดา³
Amika Wachirawin^{1*}, Sinchai Jansem², Prapawan Samutpaochinda³

^{1,2,3}คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

^{1,2,3}Faculty of Education, Suan Dusit University, Thailand

*Corresponding Author E-mail : amikawin@gmail.com

Received: May 08, 2024; Revised: June 21, 2024.; Accepted: July 10, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาบริบท สภาพปัญหาและความต้องการใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ของโรงเรียนขนาดเล็กในสังกัดกรุงเทพมหานคร 2) พัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาบริบทและความต้องการของโรงเรียน ได้แก่ ผู้บริหารและครูจำนวน 10 คน อาจารย์จำนวน 3 คน และ นักศึกษา จำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1)แบบสำรวจสภาพปัญหาและความต้องการ 2) แบบประเมินประสิทธิผลของหลักสูตร สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ผลวิจัย 1) บริบทของโรงเรียนมีความขาดแคลนด้านบุคลากร โดยเฉพาะครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ แต่โรงเรียนมีความพร้อมในด้านระบบโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยีสารสนเทศและครูสามารถใช้สื่อการสอนและหลักสูตรออนไลน์ได้ โดยพบปัญหว่านักเรียนขาดแคลนอุปกรณ์ในการเรียนออนไลน์ รวมถึงนักเรียนขาดความสนใจในการเรียนและต้องการหลักสูตรออนไลน์ที่มีคุณภาพและสอดคล้องตามบริบท โดยมีลักษณะเป็นหลักสูตรแบบผสมผสาน 2) หลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์มีการจัดกิจกรรมโดยประยุกต์ใช้ The 3T Framework ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ระยะเวลาดำเนินการของหลักสูตร 30 ชั่วโมง ประกอบด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบประสานเวลา (Synchronous) มีครูเป็นผู้นำในการดำเนินกิจกรรม จำนวน 12 ชั่วโมง และ รูปแบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous) นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเว็บไซต์และแพลตฟอร์มออนไลน์ จำนวน 18 ชั่วโมง เนื้อหาเรื่องอัตราส่วน สื่อการเรียนรู้ ประกอบด้วย เว็บไซต์ วิดีโอ มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ เกมการศึกษา และแบบฝึกหัด ที่พัฒนาโดยใช้ Canva Zoom YouTube และ Scratch ผลการประเมินประสิทธิผลของหลักสูตร พบว่ามีความสอดคล้องทั้งในด้านเนื้อหา และ ด้านเทคโนโลยี ผลการประเมินหลักสูตรในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: หลักสูตรออนไลน์, 3T framework, การสอนคณิตศาสตร์

ABSTRACT

This research aims to 1) study the context, problems, and needs for an online mathematics curriculum in small schools under the jurisdiction of Bangkok, and 2) develop an online mathematics curriculum. The target groups for studying the context and needs of the schools include: 10 administrators and teachers, 3 lecturers, 5 students, and 3 experts. The tools used in the research include 1) a survey on problems and needs, and 2) an evaluation form for the efficiency of the curriculum for experts. Research Results: 1. The context of the schools shows a shortage of personnel, particularly mathematics teachers. However, the schools are well-equipped with infrastructure and information technology systems, and teachers can use online teaching materials and curricula. The issues identified include students lacking equipment for online learning and a lack of interest in learning, indicating a need for high-quality online curricula that align with the context, featuring a blended approach. 2. The online mathematics curriculum incorporates activities using The 3T Framework alongside active learning methods. The curriculum spans 30 hours, including 12 hours of synchronous learning led by teachers and 18 hours of asynchronous learning, where students learn independently through websites and online platforms. The content focuses on Ratios, with learning materials including websites, videos, interactive multimedia, educational games, and exercises developed using Canva, Zoom, YouTube, and Scratch. The curriculum's effectiveness evaluation shows relevance in both content and technology, with the overall evaluation indicating a high level of appropriateness.

Keywords: Online Curriculum, 3T framework, Mathematics

บทนำ

จากบริบทของสังคมโลกที่เปลี่ยนแปลงในยุคแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดิจิทัลที่เข้ามามีบทบาททางการศึกษาไทยในทุกระดับ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงนโยบายทางการศึกษาในหลายด้าน โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการศึกษาทั้งในเชิงบริหารและลงสู่ระดับชั้นเรียนที่ต้องมีการปรับเปลี่ยน หรือที่เรียกว่า Disruption ทำให้วิธีการสอนในห้องเรียนแบบดั้งเดิมนั้นต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปโดยมีสิ่งใหม่และเทคโนโลยีใหม่เข้ามาแทนที่ โดยเฉพาะเมื่อมีสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัส COVID-19 ยิ่งทำให้ภาคการศึกษาได้สังเกตเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีและมีแนวคิดในการนำรูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์มาใช้ในการศึกษาทุกระดับ (รัตนภรณ์ พินิจนีก, 2565, น. 53-61) ซึ่งเป็นเรื่องใหม่สำหรับโรงเรียน โดยเฉพาะโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครที่นักเรียนมีความพร้อมน้อย

จากการบริการวิชาการและทำโครงการวิจัยร่วมกับโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561-2563 พบว่า ครูในโรงเรียนขนาดเล็ก มีจำนวนครูต่อจำนวนชั้นเรียนไม่เพียงพอ รวมถึงไม่ครบกลุ่มสาระการเรียนรู้ ทำให้ครูมีภาระงานสอนมาก และครูแต่ละคนต้องสอนมากกว่า 1 รายวิชา รวมถึงรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยครูบางคนไม่เชี่ยวชาญในการสอนคณิตศาสตร์ (สินชัย จันทร์เสม และ เอมมิกา วชิระวินท์, 2564, น. 99-111) ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มุ่งพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน มีความจำเป็นต้องมีครูผู้สอนที่มีความรู้ ด้านคณิตศาสตร์หรือสามารถสอนคณิตศาสตร์ได้ดี เนื่องจากคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม เน้นหลักการของการให้เหตุผล กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนที่มีเหตุผล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเป็นระบบ ตลอดจนมีทักษะการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้การสอนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้สื่อต่าง ๆ ที่เปลี่ยนจากความเป็นนามธรรมให้

เป็นรูปธรรม จึงจำเป็นต้องอาศัยครูผู้ที่มีความรู้ ประสบการณ์ ความสามารถ หรือ ต้องอาศัยสื่อสารสนเทศที่มีคุณภาพเพื่อช่วยให้ครูสามารถจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนานักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการแก้ปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้ โดยเฉพาะในยุคของเทคโนโลยีดิจิทัล พบว่ามีการนำแนวทางการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์เข้ามาแก้ปัญหาการเรียนการสอนในหลายรายวิชา ดังนั้นการสอนคณิตศาสตร์แบบออนไลน์จึงเป็นสิ่งท้าทายสำหรับนักคณิตศาสตร์ศึกษาในยุคปัจจุบันที่จะนำแนวทางนี้มาใช้อย่างไรให้เกิดประสิทธิภาพในการพัฒนานักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีนักการศึกษาคณิตศาสตร์จำนวนหนึ่งเสนอแนวทางการสอนคณิตศาสตร์ไว้หลายวิธี ผู้สอนอาจจะนำไปดัดแปลงเป็นวิธีสอนในแต่ละเรื่อง แตกต่างกันไป เช่น การสอนแบบการใช้คำถาม การสอนแบบสาธิต การสอนแบบทดลอง เป็นต้น (สิริพร ทัพย์คง, 2544, น. 116-117) ซึ่งวิธีการสอนนี้เป็นการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Student-centered learning) โดยผู้สอนใช้วิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจแก่นแท้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงจะต้องให้มีความน่าสนใจ และจะต้องมีสื่อการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและประสบการณ์ของผู้เรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) นับว่าเป็นแนวทางที่ยอมรับในปัจจุบัน เพราะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ มีการปฏิสัมพันธ์กับทั้งครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน (Puarungroj, Pongpatrakant & Phromkhot, 2017. p. 45-68) จากข้อดีดังกล่าวมานี้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในหลักสูตรต่าง ๆ ส่วนใหญ่จึงจะอยู่บนพื้นฐานของการจัดการสอนเชิงรุกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนออนไลน์ คือ การเรียนรู้ทางไกลรูปแบบหนึ่งที่อาศัยประโยชน์จากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต โดยผู้เรียนสามารถเรียนผ่านอุปกรณ์ประเภทคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟนเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนการสอนออนไลน์นั้นมีข้อดีคือ เป็นรูปแบบที่ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องเวลา สถานที่ ทำให้ครูหรือผู้สอนและนักเรียนไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่เดียวกัน ช่วยประหยัดเวลาในการเดินทาง และสามารถสอนได้ในสถานการณ์ที่ไม่ปกติ จากภัยธรรมชาติ หรืออาจมีอุปสรรคอื่น ๆ ในอนาคต นอกจากนี้หลักสูตรออนไลน์ยังสามารถบรรจุสื่อการเรียนรู้ดิจิทัลในหลากหลายรูปแบบเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกแก่ครูในการพัฒนานักเรียน ตลอดจนกระตุ้นความสนใจนักเรียนได้ดี จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจจะนำมาใช้แก้ปัญหการสอนคณิตศาสตร์ในบริบทที่ขาดแคลนครูที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ รวมถึงบริบทที่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในทางการศึกษาอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยจะต้องคำนึงถึงการพัฒนาศูนย์การเรียนการสอนออนไลน์ที่มีคุณภาพในการแก้ปัญหานี้

ในการพัฒนาหลักสูตรออนไลน์ที่มีประสิทธิภาพและสามารถช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้ใกล้เคียงกับการเรียนการสอนแบบปกตินั้น ควรจะมีลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน คือใช้ครูเป็นผู้นำในการเรียนแบบประสานเวลา (Synchronous e-learning) และออกแบบให้เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous e-learning) เพื่อใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาความรู้ และทักษะของผู้เรียนให้บรรลุตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ ภายในหลักสูตรการเรียนการสอนออนไลน์นั้น จะประกอบไปด้วยเนื้อหา (Content) และเทคนิควิธีในการจัดการเรียนการสอน (Instructional method) โดยการส่งข้อมูลการเรียนรู้ต่าง ๆ ในรูปแบบของสื่อดิจิทัล ผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และเครือข่ายไปสู่ผู้เรียน โดยการเรียนการสอนออนไลน์นี้สามารถใช้ได้กับทุกวิชา แม้แต่วิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นวิชาที่พัฒนาด้านทักษะการคิด วิเคราะห์ มากกว่าการพัฒนาความรู้ความจำ ในการที่จะพัฒนาความรู้ให้กับนักเรียนผ่านการเรียนการสอนแบบออนไลน์จึงเป็นสิ่งท้าทายของผู้จัดการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง ทั้งวิธีการนำเสนอ การจัดกิจกรรม การจัดบรรยากาศห้องเรียน รวมทั้งการวัดและประเมินผล ที่ผู้สอนจะต้องนำเสนอผ่านช่องทางออนไลน์และการใช้สื่อออนไลน์

แนวทางการออกแบบหลักสูตรออนไลน์มีหลากหลายรูปแบบแล้วแต่ต้องอาศัยเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามามีบทบาทสำคัญในการนำเสนอข้อมูลรวมถึงรวบรวมกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกนำแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการประยุกต์ใช้ The T3 Framework หรือ กรอบ T3 ของ Magana (2017) เป็นแนวทางการพัฒนาหลักสูตรออนไลน์ที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามามีส่วนสำคัญในการสร้างกระบวนการเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดย กรอบ T3 ประกอบด้วย 3 โดเมนหลัก ได้แก่ T1:Translational T2:Transformational และ T3:Transcendent ซึ่งเป็นระดับของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลใน 3 ระดับ ดังนี้

T1: Translational หรือการแปลความ หมายถึง เทคโนโลยีในการนำสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการเรียนการสอน ที่อยู่ในรูปแบบแอนะล็อกหรือที่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบของดิจิทัลมาแปลงให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัล โดยในระดับนี้ ครูผู้สอนจะใช้สื่อดิจิทัลในการบริหารจัดการการเรียนการสอน เป็นเครื่องมือช่วยเหลือในการสอน รวมถึงเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ

T2: Transformational หรือ การแปลง หมายถึง การใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์งานใหม่ในแนวทางใหม่ ในการเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น หรือช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียน โดยในขั้นนี้ครูผู้สอนควรพัฒนาสื่อการสอนดิจิทัลสมัยใหม่ ให้สอดคล้องกับการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ครูควรให้นักเรียนนำความรู้ที่เรียนรู้นั้นมาผลิตเป็นผลงานดิจิทัลเพื่อสะท้อนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้

T3: Transcendent หรือ การพ้นจากขีดจำกัด หมายถึง การเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ที่ช่วยให้สามารถเรียนรู้ได้มากขึ้นกว่าเดิม ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ในเนื้อหาที่สูงขึ้น เพิ่มเติมจากสิ่งที่ครูนำเสนอ นักเรียนสามารถนำองค์ความรู้มาสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือนำเสนอทฤษฎี แนวคิดใหม่ ๆ ได้

สำหรับในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่ผู้วิจัยได้ประยุกต์ The T3 Framework หรือ กรอบ T3 มาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ออนไลน์ ซึ่งเน้นการเข้าใจแก่นแท้ และพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาความคิดเน้นการเรียนรู้จากการปฏิบัติ โดยในกิจกรรมการเรียนการสอนแบบออนไลน์มีแนวทางที่สัมพันธ์กับระดับของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล โดยสามารถประยุกต์ใช้ระดับของการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลกับขั้นตอนการสอน ซึ่งมีความสอดคล้องกันตามขั้นตอนการสอนคือ ขั้นตอนการสอน กับ T1 ขั้นสอน กับ T2 และ การนำไปใช้และการประเมินผล กับ T3 ดังนี้

ขั้นเตรียมการสอน (T1) ครูจะมีบทบาทในการนำเสนอกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในรูปแบบดิจิทัล โดยการผลิตดิจิทัลขึ้นเองหรือรวบรวมงาน กิจกรรมต่าง ๆ จากสื่อคณิตศาสตร์ ที่มีอยู่แล้วในเว็บไซต์ต่าง ๆ มาเป็นแหล่งข้อมูล และสื่อการสอนที่พร้อมจะนำไปใช้ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีบทบาทในการพัฒนาตนเองให้มีความรู้ด้านการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในระดับที่ใช้งานได้ เพื่อเตรียมพร้อมในการเรียน

ขั้นสอน (T2) ครูจะจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้มีการนำเสนอ และครูจะต้องจัดกิจกรรมโดยใช้สื่อออนไลน์ รวมทั้งติดตาม ตรวจสอบผลงานและการทำงานของนักเรียนผ่านระบบออนไลน์ สำหรับนักเรียนจะต้องมีความสามารถในการนำเสนอผลงาน ผ่านสื่อออนไลน์ในช่องทางต่าง ๆ ที่ครูกำหนด

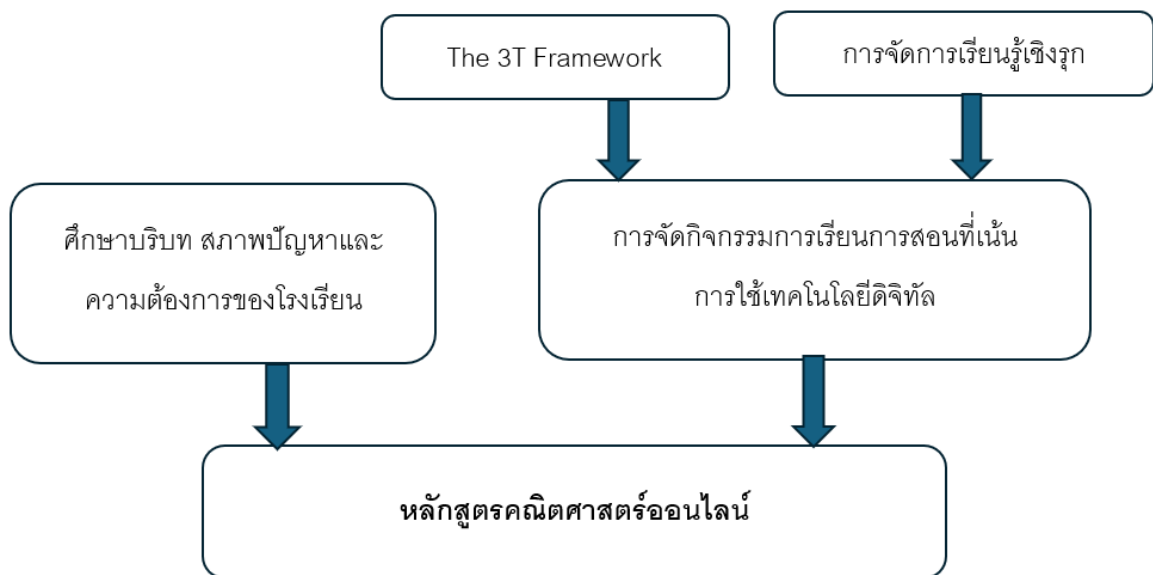
การนำไปใช้และการประเมินผล (T3) ครูจะต้องสนับสนุน สร้างผลงานจากการประยุกต์ความรู้ในบทเรียน จัดเตรียมอุปกรณ์ อำนวยความสะดวกให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความสะดวกในการสร้างผลงาน รวมทั้งการนำเสนอผลงานในรูปแบบออนไลน์ ในด้านการประเมินผลครูจะมีหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้อง ประเมินผลงาน และจัดเตรียมการทดสอบออนไลน์ สำหรับนักเรียนจะต้องตระหนักถึงการนำความรู้ที่ได้เรียนไปประยุกต์ใช้ ด้วยการสร้างชิ้นงาน และนำเสนอผลงานผ่านสื่อออนไลน์

จากปัญหาที่พบและความต้องการในการพัฒนาหลักสูตรออนไลน์ที่มีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงมีแนวทางการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์โดยการประยุกต์ใช้ The 3T Framework ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รวมถึงศึกษาบริบทความจำเป็นของโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานคร เพื่อพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ให้สอดคล้องเหมาะสมและสามารถพัฒนานักเรียนตามบริบทของโรงเรียนได้อย่างมีคุณภาพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาบริบท สภาพปัญหาและความต้องการใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ของโรงเรียนขนาดเล็กสังกัดกรุงเทพมหานคร
2. พัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์โดยประยุกต์ใช้ The 3T Framework ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนขนาดเล็กสังกัดกรุงเทพมหานคร

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง/กลุ่มเป้าหมาย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาบริบท สภาพปัญหาและความต้องการใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ของโรงเรียนขนาดเล็กสังกัดกรุงเทพมหานคร

ประชากร ได้แก่ ผู้บริหารและครูในโรงเรียนขนาดเล็ก กลุ่มกรุงเทพมหานคร จำนวน 21 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 258 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้บริหารและครูในโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 152 คน โดยใช้เกณฑ์ตามตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie & Morgan, 1970) ใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายจากรายชื่อผู้บริหาร

และครู แล้วส่งแบบสอบถามในรูปแบบออนไลน์ไปยังผู้บริหารและครูโรงเรียนขนาดเล็ก กลุ่มกรุงเทพมหานคร

2. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ โดยการประชุมกลุ่มย่อย (focus group) เพื่อหารือเกี่ยวกับบริบท สภาพปัญหาและความต้องการของโรงเรียนและนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ที่เหมาะสม ประกอบด้วย

- 2.1 ผู้บริหารและครูผู้สอนระดับประถมศึกษา จำนวน 10 คน
- 2.2 อาจารย์หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาการประถมศึกษา จำนวน 3 คน
- 2.3 นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาการประถมศึกษา จำนวน 5 คน

3. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ในการประเมินด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีของหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ และความเหมาะสมของหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ประสิทธิภาพของหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ของผู้บริหารและครูในโรงเรียนขนาดเล็กสังกัดกรุงเทพมหานคร โดยส่งแบบสอบถามออนไลน์ผ่านโปรแกรม Google form ไปยังผู้บริหารและครูในโรงเรียนขนาดเล็กสังกัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มกรุงเทพมหานคร เป็นระยะเวลา 30 วัน โดยผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

2. จัดประชุมกลุ่มย่อย (focus group) กับผู้บริหารและครู จำนวน 10 คน อาจารย์หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาการประถมศึกษา จำนวน 3 คน และนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา จำนวน 5 คน เพื่อหาข้อสรุปในการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน

3. พัฒนาคณิตศาสตร์ออนไลน์ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดประเมินผล และสื่อการเรียนรู้ประกอบด้วยโปรแกรมนำเสนอ วิดีโอ และเกม ในรูปแบบออนไลน์โดยใช้โปรแกรม Canva Zoom YouTube และ Scratch ในการสร้างสื่อการเรียนรู้ออนไลน์

4. หาประสิทธิภาพของหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ โดยส่งแบบประเมินด้านเนื้อหา ด้านเทคโนโลยี และแบบประเมินความด้านความเหมาะสมของหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ไปยังผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ในการประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีของสื่อการเรียนรู้ และประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ใน 4 องค์ประกอบได้แก่ ด้านวัตถุประสงค์ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แบบสำรวจสภาพปัญหาและความต้องการของผู้บริหารและครูในโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดกรุงเทพมหานคร 2) แบบประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยแบบประเมินความสอดคล้องของสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยี และแบบประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ โดยเครื่องมือทั้งหมดมีค่าดัชนีความสอดคล้องที่ 1.00

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาความคิดเห็นของผู้บริหารและครูเกี่ยวกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์จากการตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยเกณฑ์และการแปลความหมายเพื่อจัดระดับค่าเฉลี่ยในช่วงคะแนนดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 แปลความว่า อยู่ในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 แปลความว่า อยู่ในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 แปลความว่า อยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 แปลความว่า อยู่ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 แปลความว่า อยู่ในระดับน้อยที่สุด

2. การตรวจประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรฯ ตามแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยมีเกณฑ์และการแปลความหมายเพื่อจัดระดับค่าเฉลี่ยในช่วงคะแนนดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 แปลความว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 แปลความว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 แปลความว่า ไม่เหมาะสม

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาริบท สภาพปัญหาและความต้องการหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ของผู้บริหารและครูในโรงเรียนขนาดเล็กสังกัดกรุงเทพมหานคร

โดยมีการศึกษาข้อมูล 2 ส่วนประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 การศึกษาริบท สภาพปัญหาและความต้องการของผู้บริหารและครูในโรงเรียนขนาดเล็กสังกัดกรุงเทพมหานคร โดยมีวิธีการศึกษาประกอบด้วยการสำรวจสภาพปัญหาและความต้องการของผู้บริหารและครูโดยใช้แบบสอบถาม และการประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) โดยมีผลการดำเนินการดังนี้

1. ผลการสำรวจสภาพปัญหาและความต้องการของผู้บริหารและครูซึ่งได้จากการตอบแบบสอบถาม ดังตาราง 1 และ 2

ตาราง 1 ผลการสำรวจสภาพปัญหาที่พบในการสอนคณิตศาสตร์ออนไลน์ของผู้บริหารและครูในโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัด กรุงเทพมหานคร

ประเด็นคำถาม	แปลผล		
	\bar{x}	S.D.	
1. ปัญหาด้านการเรียนออนไลน์ของนักเรียน			
1.1 นักเรียนไม่มีอุปกรณ์และการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต	3.87	1.67	มาก
1.2 นักเรียนมีข้อจำกัดในการเรียนออนไลน์ด้านเวลา	3.66	1.61	มาก
1.3 นักเรียนขาดทักษะในการใช้อุปกรณ์เรียนออนไลน์	3.53	1.00	มาก
1.4 นักเรียนขาดความสนใจในการเรียนออนไลน์	4.47	1.00	มาก
เฉลี่ย	3.88	1.54	มาก
2. ปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอนของครู			
2.1 เนื้อหาคณิตศาสตร์มีมากทำให้ระยะเวลาในการสอนไม่เพียงพอ	2.18	1.44	น้อย
2.2 เนื้อหามีความยากทำให้ครูไม่สามารถอธิบายทางออนไลน์ได้ชัดเจน	2.03	1.62	น้อย
2.3 การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนออนไลน์ที่เหมาะสม	2.05	1.45	น้อย
2.4 ขาดแคลนสื่อและสารสนเทศออนไลน์ที่เหมาะสม	4.42	0.99	มาก
เฉลี่ย	2.67	2.47	ปานกลาง
เฉลี่ยรวม	3.07	2.48	ปานกลาง

จากตาราง 1 และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมพบว่า

สภาพปัญหาในการสอนคณิตศาสตร์ออนไลน์ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 3.07$, S.D. = 2.48) โดยสามารถจำแนกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. ปัญหาด้านการเรียนออนไลน์ของนักเรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.88$, S.D. = 1.54) โดยทุกประเด็นอยู่ระดับมาก โดยมีประเด็นที่น่าสนใจคือ นักเรียนขาดความสนใจในการเรียนออนไลน์อยู่ในลำดับสูงสุด ($\bar{x} = 4.47$, S.D. = 1.00) และนักเรียนขาดทักษะในการใช้อุปกรณ์เรียนออนไลน์ อยู่ในลำดับสุดท้าย ($\bar{x} = 3.53$, S.D. = 1.00)

2. ปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอนของครูอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 2.67$, S.D. = 2.47) โดยมีประเด็นที่น่าสนใจคือ ขาดแคลนสื่อและสารสนเทศที่น่าสนใจอยู่ในลำดับสูงสุด โดยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.42$, S.D. = 0.99) และ เนื้อหามีความยากทำให้ครูไม่สามารถอธิบายทางออนไลน์ได้ชัดเจนอยู่ในลำดับสุดท้าย และอยู่ในระดับน้อย ($\bar{x} = 2.03$, S.D. = 1.62)

ตาราง 2 ผลการสำรวจความต้องการหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ของผู้บริหารและครูในโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัด กรุงเทพมหานคร

ประเด็นคำถาม	แปลผล		
	\bar{x}	S.D.	
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 อัตราส่วนและร้อยละ	4.21	1.53	มาก
1.2 เศษส่วน	3.92	1.61	มาก
1.3 พื้นที่และปริมาตร	3.82	1.51	มาก
1.4 การหา ห.ร.ม และ ค.ร.น.	3.92	1.61	มาก
1.5 ทศนิยม	3.63	1.68	มาก
เฉลี่ย	3.82	1.62	มาก
2. ด้านสารสนเทศออนไลน์			
2.1 สื่อและกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ	4.13	1.53	มาก
2.2 แบบทดสอบและเกมออนไลน์	4.05	1.65	มาก
2.3 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมผลงาน/ส่งผลงานของนักเรียนออนไลน์	3.89	1.76	มาก
2.4 เครือข่าย แหล่งเรียนรู้และผู้ให้คำแนะนำปรึกษา	4.03	1.41	มาก
เฉลี่ย	4.03	1.61	มาก
เฉลี่ยรวม	3.96	1.94	มาก

จากตาราง 2 และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมพบว่า

ความต้องการหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ของผู้บริหารและครูในโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดกรุงเทพมหานครในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.96$, S.D. = 1.94) โดยมีรายละเอียดคือ

1. ความต้องการหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ด้านเนื้อหา อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.82$, S.D. = 1.62) ซึ่งทุกประเด็นอยู่ระดับมาก โดยมีประเด็นที่น่าสนใจคือ เนื้อหาเรื่องอัตราส่วนและร้อยละอยู่ในลำดับสูงสุด ($\bar{x} = 4.21$, S.D. = 1.53) และเนื้อหาเรื่องทศนิยม อยู่ในลำดับสุดท้าย ($\bar{x} = 3.63$, S.D. = 1.68)

2. ความต้องการสารสนเทศออนไลน์อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.03$, S.D. = 1.61) ซึ่งทุกประเด็นอยู่ระดับมาก โดยมีประเด็นที่น่าสนใจคือ มีความต้องการสื่อและกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ ($\bar{x} = 4.13$, S.D. = 1.53) อยู่ในลำดับสูงสุด และมีความต้องการเครื่องมือในการเก็บรวบรวมผลงาน/ส่งผลงานของนักเรียนออนไลน์ อยู่ในลำดับสุดท้าย ($\bar{x} = 3.89$, S.D. = 1.76)

3. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.1 ควรมีส่วนการเรียนการสอนออนไลน์ในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและมีความหลากหลายน่าสนใจ

3.2 ควรมีการจัดอบรมการสอนออนไลน์ จากวิทยากรที่มีความเชี่ยวชาญในการจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษา

3.3 โรงเรียนควรมีการจัดหาอุปกรณ์หรือวิธีการที่จะส่งเสริมการเรียนการสอนออนไลน์ให้กับครูและนักเรียนซึ่งอาจมีความจำเป็นมากขึ้นในอนาคต

2. ผลการศึกษาบริบท สภาพปัญหาและความต้องการของโรงเรียน ผ่านการจัดประชุมกลุ่มย่อย (focus group) กับผู้บริหารและครู จำนวน 10 คน อาจารย์หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา จำนวน 3 คน และนักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา จำนวน 5 คน เพื่อหาข้อสรุปในการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน โดยสามารถจำแนกสรุปประเด็นได้ ดังภาพประกอบ 2

ประเด็น	สรุปผล
1. บริบทของโรงเรียนที่มีผลต่อการสอนคณิตศาสตร์ออนไลน์	บริบทของโรงเรียนขาดแคลนด้านบุคลากรโดยเฉพาะครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ แต่โรงเรียนมีความพร้อมในด้านระบบโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยี สารสนเทศและครูสามารถใช้สื่อการสอนและหลักสูตรออนไลน์ได้
2. ปัญหาและความต้องการในการสอนคณิตศาสตร์ออนไลน์ โดยมีประเด็นสำคัญดังนี้ 2.1 ปัญหาด้านการเรียนออนไลน์ของนักเรียน 2.2 ปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอนของครู 2.3 ความต้องการหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ด้านเนื้อหา 2.4 ความต้องการด้านสารสนเทศออนไลน์	- นักเรียนขาดแคลนอุปกรณ์ในการเรียน ออนไลน์ หรือมีอุปกรณ์ในการเรียนแบบออนไลน์ที่ไม่มีคุณภาพ - หลักสูตรมี เนื้อหามากเกินไป ไม่เหมาะสม ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ซึ่งควรใช้เวลาให้น้อยกว่าการสอนใน ห้องเรียน - ธรรมชาติ เนื้อหาของ วิชาคณิตศาสตร์เป็น นามธรรม การสอนคณิตศาสตร์ออนไลน์จึงจำเป็นต้องมีสื่อที่ดี มีคุณภาพ
3. แนวทางในการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ให้สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียน 3.1 รูปแบบและวิธีการที่เหมาะสมในการสอนคณิตศาสตร์ออนไลน์ที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน 3.2 สื่อสารสนเทศที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและนักเรียน	การพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ควรเป็นหลักสูตรผสมผสานที่เป็นการเรียนออนไลน์หรือจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนโดยใช้สื่อการสอนเป็นสื่อออนไลน์ทั้งหมด โดยในกรณีที่สอนออนไลน์ครูสามารถจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่นักเรียนสามารถใช้สื่อออนไลน์ได้โดยทุกคน โดยครูผู้สอนจะนำสื่อออนไลน์ มาเป็นสื่อในกิจกรรม เช่น คลิปวิดีโอการสอน กิจกรรมการเรียน เกม โจทย์เพื่อการฝึกทักษะ สำหรับในการสอนแบบออนไลน์คือจะจัดการเรียนการสอนโดยการใช้สื่อออนไลน์ประกอบการจัดกิจกรรม นักเรียนสามารถกลับไปทำกิจกรรมเพิ่มเติมออนไลน์ได้

ภาพประกอบ 2 สรุปผลการศึกษบริบทจากการประชุมกลุ่มย่อย (Fogus group)

ส่วนที่ 2 ผลการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์

จากการศึกษาสภาพปัญหาความต้องการของโรงเรียนจากข้อมูลการตอบแบบสอบถามของผู้บริหาร ครูของโรงเรียน และการประชุมกลุ่มย่อย (focus group) พบว่า โรงเรียนมีปัญหาในด้านการสอนคณิตศาสตร์ในประเด็นที่ครูผู้สอนขาดความเชี่ยวชาญในการสอนทั้งนี้เนื่องจากครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์บางส่วนไม่ได้จบการศึกษาด้านการสอนคณิตศาสตร์ และปัญหาการขาดแคลนสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน ตลอดจนมีความต้องการหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน ผู้วิจัยจึงพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ตามบริบทของโรงเรียนโดยมีลักษณะเป็นหลักสูตรออนไลน์แบบผสมผสาน (Blended learning) ที่มีแนวทางจัดการการเรียนรู้แบบออนไลน์ในรูปแบบประสานเวลา (Synchronous) โดยใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของโรงเรียน และรูปแบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous) โดยใช้สื่อและกิจกรรมออนไลน์ที่บรรจุไว้บนเว็บไซต์และแพลตฟอร์มออนไลน์ ซึ่งได้หลักสูตรออนไลน์แบบผสมผสานประกอบด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบประสานเวลา (Synchronous) จำนวน 12 ชั่วโมง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ครูเป็นผู้นำในการเรียนการสอนโดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน เพื่อดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามหลักสูตรฯ และรูปแบบการ

เรียนรู้ด้วยตนเองแบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous) จำนวน 18 ชั่วโมง โดยมี สื่อการเรียนรู้ดิจิทัล แบบฝึกหัด และเกมการศึกษา ที่ให้บริการบนเว็บไซต์และแพลตฟอร์มออนไลน์ ซึ่งมีแนวทางการดำเนินงานของหลักสูตรฯ โดยการประยุกต์ใช้ The 3T Framework และผลการพัฒนาหลักสูตรฯ ดังนี้

1. แนวทางการดำเนินงานหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการประยุกต์ใช้ The 3T Framework

จากการศึกษาความต้องการของผู้บริหารและครูระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เนื้อหาเรื่อง “อัตราส่วนและร้อยละ” เป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญ และเป็นปัญหาสำหรับครูผู้สอน ที่ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาหลักสูตรฯ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยจำแนกเป็นการสอนแบบประสานเวลา (Synchronous) ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน 12 ชั่วโมง โดยมีเนื้อหา 5 หัวข้อ คือ 1) อัตราส่วน 2) อัตราส่วนที่เท่ากัน 3) โจทย์ปัญหาอัตราส่วน 4) มาตราส่วน และ 5) ร้อยละ และรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous) จำนวน 18 ชั่วโมง โดยมี สื่อการเรียนรู้ดิจิทัล แบบฝึกหัด และเกมการศึกษา ที่ให้บริการบนเว็บไซต์และแพลตฟอร์มออนไลน์ ซึ่งพัฒนาโดยการประยุกต์ใช้ The 3T Framework (Magana 2017) เป็นแนวทางในการออกแบบหลักสูตรฯ และการดำเนินการของหลักสูตรฯ ซึ่งมีรายละเอียดดัง ภาพประกอบ 3 และ 4

กรอบ T3	การพัฒนาหลักสูตร คณิตศาสตร์ออนไลน์ โดยใช้ The 3T Framework
T1 (ขั้นเตรียมการสอน)	<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำสื่อการเรียนการสอน ใบงาน และใบกิจกรรม ต่าง ๆ รวมถึงแผนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบดิจิทัล และนำเสนอไว้บนเว็บไซต์ - จัดทำสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์โดยใช้ Zoom และ YouTube - จัดทำสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ โดยนำโมดูลของการสอนคณิตศาสตร์มาออกแบบสื่อที่สามารถตอบโต้กับผู้เรียนได้ โดยใช้โปรแกรม Scratch - จัดทำแบบฝึกหัด และเกมศึกษาเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้ google form และ Live Worksheets
T2 (ขั้นสอน)	ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ให้มีการใช้สื่อออนไลน์ที่สร้างขึ้นหรือรวบรวมไว้ รวมทั้งใช้ช่องทางออนไลน์ในการติดตาม ตรวจสอบงาน ความก้าวหน้าในการทำงานของนักเรียน โดยระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้
T3 (การประเมินผลและการนำไปใช้)	สร้างแบบฝึกหัด และพัฒนาสารสนเทศออนไลน์โดยแพลตฟอร์มออนไลน์ เช่น Google drive , Live Worksheet และ Canva เพื่อเป็นช่องทางให้นักเรียนได้นำเสนอผลงาน และครูให้ผลสะท้อนในการทำงานและการอภิปรายร่วมกัน

ภาพประกอบ 3 แนวทางการออกแบบหลักสูตรโดยการประยุกต์ใช้ The 3T Framework

กรอบ T3	การดำเนินการของหลักสูตรฯ			
	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน	รูปแบบการเรียนรู้	ระยะเวลา
T1 (ขั้นเตรียมการสอน)	1. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้และตรวจสอบความพร้อมของสื่อดิจิทัลที่มีอยู่ในบทเรียน 2. ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตเพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน 3. จัดเตรียมคู่มือการใช้งานหลักสูตรฯ และการใช้งานระบบสารสนเทศออนไลน์	1. เรียนรู้การใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ต 2. ศึกษาคู่มือการใช้งานหลักสูตรฯ และระบบสารสนเทศออนไลน์	Asynchronous	1 ชั่วโมง
T2 (ขั้นสอน)	1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้สื่อออนไลน์ 2. ติดตาม ตรวจสอบผลงานและประเมินการทำงานของนักเรียนผ่านระบบออนไลน์	เข้าร่วมกิจกรรม สร้างชิ้นงาน ตามที่ผู้สอนกำหนดผ่านระบบออนไลน์	Synchronous Asynchronous	12 ชั่วโมง 10 ชั่วโมง
T3 (การประเมินผลและการนำไปใช้)	1. สนับสนุน จัดเตรียมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนสร้างผลงาน 2. ตรวจสอบความถูกต้อง ประเมินผลงาน จัดเตรียมการทดสอบออนไลน์	สร้างและนำเสนอผลงานในรูปแบบดิจิทัลตามกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดให้	Asynchronous	7 ชั่วโมง

ภาพประกอบ 4 แนวทางดำเนินการของหลักสูตรฯ โดยการประยุกต์ใช้ The 3T Framework

จากผลการพัฒนาหลักสูตรฯ และแนวทางการดำเนินการของหลักสูตรฯ โดยประยุกต์ใช้ The 3T Framework ซึ่งมีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนในรูปแบบออนไลน์แบบผสมผสาน (blended learning) ประกอบด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบประสานเวลา (Synchronous) โดยครูเป็นดำเนินการจัดการเรียนการสอน จำนวน 12 ชั่วโมง และ รูปแบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous) โดยนักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเว็บไซต์และแพลตฟอร์มออนไลน์ จำนวน 18 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 30 ชั่วโมง ซึ่งในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้มีการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยครูผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ในการนำการอภิปราย และให้ผู้เรียนนำเสนอกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายรวมถึงนำเสนอสิ่งที่ค้นพบ และช่วยกันสรุปองค์ความรู้ หรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการกลุ่มและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน จากนั้นครูผู้สอนสามารถตรวจสอบการสร้างชิ้นงานของนักเรียน และวิเคราะห์องค์ความรู้ของนักเรียนที่ได้รับจากการทำแบบฝึกหัด ผ่านแบบทดสอบและกิจกรรมออนไลน์

2. สื่อการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นได้บรรจุไว้บนเว็บไซต์ ประกอบด้วย วิดีโอ มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ เกมการศึกษา และแบบฝึกหัด โดยใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ในการพัฒนาได้แก่ Canva Zoom YouTube และ Scratch โดยในการออกแบบสื่อการเรียนรู้ออนไลน์ ได้คำนึงถึงการออกแบบที่สอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติตามแนวทางการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสอภิปราย ตั้งคำถาม ลงมือปฏิบัติได้ โดยมีตัวอย่างของสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ออนไลน์

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 3 ผลการประเมินความสอดคล้องของสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีที่บรรจุไว้บนหลักสูตรฯ

ประเด็น	ผู้เชี่ยวชาญท่านที่			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหา					
เนื้อหาวิชา	1.00	0.89	1.00	0.96	สอดคล้อง
การดำเนินเรื่อง	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
รูปภาพ สี และเทคนิค	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
แบบทดสอบ	1.00	0.83	1.00	0.94	สอดคล้อง
เฉลี่ย	1.00	0.93	1.00	0.98	สอดคล้อง
2. ด้านเทคโนโลยี					
การใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอข้อมูล	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
ความเหมาะสมของมัลติมีเดีย	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
การอำนวยความสะดวกในการใช้งาน	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
ความยืดหยุ่นในการใช้งาน	1.00	0.75	1.00	0.92	สอดคล้อง
เฉลี่ย	1.00	0.94	1.00	0.98	สอดคล้อง
เฉลี่ยรวม	1.00	0.93	1.00	0.98	สอดคล้อง

จากตารางที่ 3 พบว่าสื่อการเรียนรู้บนหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ ๗ มีความสอดคล้องในด้านเนื้อหา (IOC = 0.98) และด้านเทคโนโลยี (IOC = 0.98) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 4 ผลการประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรฯ

ประเด็นรายด้าน	ระดับความเหมาะสม		
	\bar{x}	S.D.	
1. ด้านวัตถุประสงค์	4.83	0.19	มากที่สุด
2. ด้านเนื้อหา	4.83	0.28	มากที่สุด
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.81	0.33	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและประเมินผล	4.77	0.32	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.81	0.27	มากที่สุด

จากตาราง 4 พบว่าหลักสูตรฯ ในภาพรวมรายด้านมีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{x} = 4.81$, S.D. = 0.27) โดยลำดับสูงสุดคือด้านของวัตถุประสงค์ ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.19) และ ด้านเนื้อหา ($\bar{x} = 4.83$, S.D. = 0.28) รองลงมาคือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.81$, S.D. = 0.33) และด้านการวัดและประเมินผลตามลำดับ ($\bar{x} = 4.77$, S.D. = 0.32)

อภิปรายผล

จากการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์โดยประยุกต์ใช้ The 3T Framework ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนขนาดเล็กสังกัดกรุงเทพมหานคร สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลการศึกษาบริบท สภาพปัญหาและความต้องการใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ของผู้บริหารและครูโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดกรุงเทพมหานคร มีดังนี้

1.1 ผลสำรวจสภาพปัญหาและความต้องการของผู้บริหารและครูซึ่งได้จากการตอบแบบสอบถาม พบว่า สภาพปัญหาในการสอนคณิตศาสตร์ออนไลน์ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยสามารถจำแนกเป็น 2 ด้าน คือ 1) ปัญหาด้านการเรียนออนไลน์ของนักเรียนอยู่ในระดับมากทุกประเด็น โดยมีประเด็นที่น่าสนใจคือ นักเรียนขาดความสนใจในการเรียนออนไลน์อยู่ในลำดับสูงสุด รวมถึง นักเรียนไม่มีอุปกรณ์และการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต เป็นลำดับรองลงมา และ 2) ปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอนของครูอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีประเด็นที่น่าสนใจคือ ขาดแคลนสื่อและสารสนเทศที่เหมาะสม อยู่ในลำดับสูงสุด โดยอยู่ในระดับมาก รวมถึงมีความต้องการสื่อและกิจกรรมการเรียนการสอนที่น่าสนใจโดยอยู่ในระดับมาก

จากผลการสำรวจดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ปัญหาในด้านการสอนออนไลน์ในด้านของนักเรียนคือ ขาดความสนใจในการเรียนออนไลน์ และการขาดแคลนอุปกรณ์และการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทน์ลิน สีแก่นวงศ์ และ อารภรณ์ สะอาดเยี่ยม (2566) ที่กล่าวถึงความคิดเห็นของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่ต้องการในการเรียนออนไลน์ คือ นักเรียนพบปัญหาด้านสัญญาณอินเทอร์เน็ตขณะเรียนออนไลน์ และควรให้ผู้สอนปรับวิธีสอนและกิจกรรมที่น่าสนใจเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน สำหรับความต้องการในการจัดการเรียนการสอนของครูโดยมีประเด็นที่สำคัญคือ มีปัญหาที่พบรวมถึงมีความต้องการสื่อและกิจกรรมการเรียนการสอนที่น่าสนใจโดยอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากครูและผู้บริหารเห็นว่า ในสอนคณิตศาสตร์ออนไลน์นั้น ครูผู้สอนสามารถนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียนในหลายรูปแบบเช่น เสียง ภาพ หรือ

ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้สามารถนำมาพัฒนาเป็นสื่อการสอนมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่ผู้เรียนจะต้องสร้างมโนทัศน์จากสิ่งที่เป็นนามธรรม (วุฒิชัย ภูดี, 2563) อีกทั้งเทคโนโลยีดิจิทัลเหล่านี้สามารถนำมาใช้เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานร่วมกัน การสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอน รวมถึงการประเมินผลที่สามารถทำได้และส่งผลการประเมินให้ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่การอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่ผู้เรียนสามารถทำได้โดยสะดวก นอกจากนี้ในการวิจัยของ เอมมิกา วชิระวินท์ และสินชัย จันทร์เสมอ (2563) ที่สำรวจความต้องการสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ของครูระดับประถมศึกษาในวิชาวิทยาการคำนวณ พบว่าครูและผู้บริหารโรงเรียนขนาดเล็ก ในสังกัดกรุงเทพมหานคร มีความต้องการด้านหลักสูตรออนไลน์ในระดับมากเช่นเดียวกัน ซึ่งหมายความว่า สื่อสารสนเทศออนไลน์ในปัจจุบันเป็นที่ต้องการของครูผู้สอนในรายวิชาต่าง ๆ อีกด้วย

1.2 ผลการศึกษาบริบท สภาพปัญหาและความต้องการการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ของโรงเรียนผ่านการจัดประชุมกลุ่มย่อย (focus group) พบว่า บริบทของโรงเรียนขาดแคลนด้านบุคลากรโดยเฉพาะครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ แต่โรงเรียนมีความพร้อมในด้านระบบโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยี สารสนเทศและครูสามารถใช้สื่อการสอนและหลักสูตรออนไลน์ได้ นอกจากนี้พบว่านักเรียนขาดแคลนอุปกรณ์ในการเรียน ออนไลน์และมีอุปสรรคในการเรียนแบบออนไลน์ที่ไม่มีคุณภาพ อีกทั้งหลักสูตรคณิตศาสตร์มีเนื้อหามากเกินไป ไม่เหมาะสม ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ อีกทั้งธรรมชาติเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์เป็นนามธรรม การสอนคณิตศาสตร์ออนไลน์จึงจำเป็นต้องมีสื่อที่ดี มีคุณภาพ ดังนั้นแนวทางการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ควรเป็นหลักสูตรผสมผสานที่เป็นการเรียนออนไลน์หรือจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนโดยใช้สื่อการสอนเป็นสื่อออนไลน์ เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนที่ไม่เชี่ยวชาญในการสอนคณิตศาสตร์มีแหล่งข้อมูลและสื่อการสอนที่พร้อมใช้ในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ให้เป็นไปตามบริบทความต้องการ และปัญหาของโรงเรียน ซึ่งหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นนั้นมาจากความต้องการของครูและผู้บริหารเป็นฐานในการพัฒนาทั้งด้านเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดประเมินผล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการวิจัยของ ชลธิชา พิมพ์ทอง (2566) ที่ศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน โดยใช้ความความต้องการของบุคลากรในห้องเรียนของโรงเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งทำให้ได้หลักสูตรที่มีคุณภาพตามบริบทของโรงเรียน

2. หลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ ๆ ที่พัฒนาขึ้นนี้มีความสอดคล้องทั้งในด้านเนื้อหาและเทคโนโลยี รวมถึงหลักสูตรฯ ในภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุดตามการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แสดงให้เห็นว่าการนำแนวทางการศึกษาบริบทมาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรฯ รวมถึงการบูรณาการ The 3T Framework ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ได้ จากผลวิจัยของ Hart (2024) ที่ได้มีการนำ The 3T Framework มาใช้เป็นแนวทางในการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งพบว่าครูมีความต้องการและเห็นความสำคัญใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการสอนคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิด T3 Framework โดยได้นำไปใช้และทำให้คุณภาพการจัดการเรียนการสอนที่ดีขึ้น

สำหรับกิจกรรมการเรียนการสอนตามหลักสูตร ที่ใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับกรอบแนวคิด The T3 Framework นับว่าเป็นการจัดกิจกรรมที่เหมาะสม โดยภารกิจกรรมนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ อัญญาณี สุมน (2560) ที่ได้ศึกษาและพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้แพลตฟอร์มได้แก่ Kahoot Padlet Popplet และ Blogger ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อส่งเสริมวิถีแห่งการคิดทาง

คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โรงเรียนพระแสงวิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี และพบว่าการจัดกิจกรรมส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์โดยประยุกต์ใช้ The 3T Framework ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. หลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์นี้สามารถนำไปใช้กับโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กที่มีห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และสามารถปรับใช้โดยยึดหยุ่นในเรื่องของรูปแบบการใช้งานในห้องเรียนปกติ โดยสนับสนุนนักเรียนในด้านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตได้
2. ครูผู้สอนที่ใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์นี้ ควรมีความรู้พื้นฐานในการใช้งานคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ได้แก่ แพลตฟอร์มออนไลน์ต่าง ๆ เช่น เว็บไซต์ YouTube Live Worksheets เป็นต้น
3. โรงเรียนควรพิจารณาถึงห้องเรียนที่เหมาะสมในการใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์ ตามบริบทของโรงเรียน
4. ควรมีการพัฒนาหลักสูตรออนไลน์ ในรูปแบบ/เนื้อหาอื่น ๆ โดยนำ The T3 Framework มาประยุกต์ใช้เพิ่มเติม
5. หลักสูตรคณิตศาสตร์ออนไลน์สามารถนำไปใช้ในรูปแบบออนไลน์ทั้งหมดได้ (Totally online) โดยผู้สอนสามารถปรับเปลี่ยนการใช้ห้องเรียนเป็นการใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ เช่น MS Teams Zoom หรือ Google meet ในการเรียนแบบประสานเวลา (Synchronous e-Learning) ได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษา พัฒนาหลักสูตรที่สอดคล้องกับบริบท ปัญหาและความต้องการของโรงเรียน โดยคำนึงถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโรงเรียน ได้แก่ ชุมชน ครู บริหาร ผู้ปกครอง และ นักเรียน
2. ควรพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาอื่น ๆ โดยนำแนวทางการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม

- ชลธิชา พิมพ์ทอง. (2566). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการบริบทท้องถิ่นเป็นฐาน Local Context Based Learning : LBL เพื่อส่งเสริมความสามารถ ด้านการอ่านและการเขียนภาษาอังกฤษ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *Journal of Roi Kaensarn Academi*. 8(1),108-119.
- นันทน์ลิน สีแก่นวงศ์ และ อภรณ์ สอาดเยี่ยม. (2566). การวิเคราะห์องค์ประกอบของปัจจัยในการเรียนออนไลน์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ ศรีนครินทรวิโรฒ*. 24(2), 32 – 48.
- รัตนารณณ์ พิณจณี. (2565). การบริหารจัดการการเรียนการสอน ภายใต้สถานการณ์ COVID – 19 *วารสารวิจัยศรีล้านช้าง*. 2(7), 53-61.

- วุฒิชัย ภูดี. (2563). การสอนคณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล: วิธีการและเครื่องมือ. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 3(2), 190-199.
- สินชัย จันท์เสมอ และ เอมมิกา วชิระวินท์ . (2564). การใช้กิจกรรมเสริมคณิตศาสตร์แบบเชื่อมโยงบริบทเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย. *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 16(1), น. 99-111.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Problem Solving)*. กรุงเทพฯ : ครูสภา ลาตพรว้าว.
- อัญญาณี สุมณ. (2560). *สรุปผลการวิจัยโครงการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้เชิงรุก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระแสงวิทยา. สุราษฎร์ธานี: โรงเรียนพระแสงวิทยา. สืบค้นจาก <https://ojs.lib.buu.ac.th/index.php/social/article/download/5114/2289/4921>*
- เอมมิกา วชิระวินท์ และ สินชัย จันท์เสมอ .(2563). ผลการใช้สื่อการเรียนรู้ออนไลน์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาการคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษาสำหรับโรงเรียนขนาดเล็กสังกัดกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. 15(1), 70-84.
- Hart T.L. (2024). *Supporting Elementary Teachers with Technology Integration within the Mathematics Curriculum (Doctoral dissertation)*. Walden University. MN. USA.
- Krejcie, R.V., & D.W. Morgan. (1970). "Determining Sample Size for Research Activities". *Educational and Psychological Measurement*. 30(3), 607 – 610.
- Magana, Sonny. (2017). *Disruptive Classroom Technologies*. USA: Corwin.
- Puarungroj, W., Pongpatrakant, P. & Phromkhot, S. (2017). Trends in modern teaching and learning methods using online formative assessment tools. *Journal of Learning Innovations Walailak University*. 3(2), 45-68.