รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยหลักการเรียนรู้แบบเชิงรุกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

A Learning Activity Model to Promote Mathematical Problem-Solving Skills with Active Learning Principles among Grade 9 Students

ฑิฆัมพร กฤตาคม[1*]
Thikhumporn Krittakom[1*]
(Received: April 29, 2025; Revised: June 24, 2025; Accepted: June 26, 2025)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา มีความมุ่งหมายเพื่อ (1) ศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (2) พัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยหลักการเรียนรู้แบบเชิงรุก (3) ทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น (4) ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบกิจกรรมดังกล่าว กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคำสร้อยพิทยาสรรค์ เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ (1) แบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ (2) แผนการจัดการเรียนรู้และคู่มือการใช้รูปแบบ (3) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน วิเคราะห์ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test แบบ dependent samples ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนมีสภาพปัญหาด้านการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด และมีความต้องการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด (2) รูปแบบ TKP active learning model ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก: การกระตุ้น (Trigger), การสืบเสาะความรู้และทักษะการแก้ปัญหา (Knowledge Pursuit & Problem-Solving), และการสะท้อนผล (Precision) มีองค์ประกอบที่เน้นการตั้งคำถาม การปฏิบัติ และการแสวงหาความรู้ (3) ประสิทธิภาพของรูปแบบอยู่ที่ 88.77/82.70 สูงกว่าเกณฑ์ และ (4) กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบเชิงรุก ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

[1] ครูชำนาญการพิเศษ, โรงเรียนคำสร้อยพิทยาสรรค์
[1] Senior Professional Level Teachers, Khamsroi Pittayasan School
* Corresponding Author E-mail: trick2pass@gmail.com

Abstract

This study employed a research and development (R&D) approach with the objectives to: (1) investigate problems and needs in developing learning activities to promote mathematical problem-solving skills among Grade 9 students; (2) develop an active learning–based learning activity model; (3) implement and examine the effectiveness of the developed model; and (4) assess students' satisfaction with the model. The participants were Grade 9 students from a lower secondary school, selected through purposive sampling. Research instruments included a problems-and-needs questionnaire, lesson plans and an implementation manual, a mathematical problem-solving skills test, and a student satisfaction questionnaire. Data were analyzed using the 80/80 efficiency criterion, mean, standard deviation, and dependent-samples t-test. The results indicated that: (1) Students reported the highest level of learning problems and the highest level of need for the development of learning activities; (2) the TKP active learning model consisted of three stages: Trigger, Knowledge Pursuit & Problem Solving, and Precision, emphasizing questioning, hands-on practice, and inquiry-based learning; (3) the model achieved an effectiveness of 88.77/82.70, exceeding the established criterion; and (4) students reported the highest level of satisfaction with the learning activities.

Keywords: learning activity model, active learning, mathematical problem-solving skills

บทนำ

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้เปลี่ยนผ่านจากการถ่ายทอดองค์ความรู้จากครูสู่ผู้เรียน มาเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองบนฐานของการคิดวิเคราะห์ การตั้งคำถาม และการแสวงหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และตรรกะอย่างมีระบบ ซึ่งหนึ่งในทักษะหลักที่จำเป็นต่อความสำเร็จในยุคปัจจุบันคือ ทักษะการแก้ปัญหา (problem-solving skills) และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (mathematical processes) ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการคิดอย่างมีเหตุผล ตัดสินใจอย่างเป็นระบบ และพัฒนาศักยภาพมนุษย์ให้มีความสามารถในการดำรงชีวิตในโลกที่ซับซ้อน (OECD, 2021; Partnership for 21st Century Skills, 2019) สอดคล้องกับพระบรมราโชบายด้านการศึกษาของพระบาทสมเด็จพระวชิรเกล้าเจ้าอยู่หัว ที่ทรงเน้นการพัฒนาเยาวชนให้เป็นพลเมืองดี มีคุณธรรม มีอาชีพ และสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข มีคุณภาพชีวิตที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสร้างทักษะที่ยั่งยืน อันประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ การคิดเป็นระบบ และความสามารถในการแก้ปัญหา (Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education, 2019) อันถือเป็นหัวใจของการจัดการศึกษาในยุคใหม่

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบและการแก้ปัญหา เพราะเป็นศาสตร์แห่งเหตุผล การคิดวิเคราะห์ และการใช้ตรรกะในการหาคำตอบจากสถานการณ์

ที่หลากหลาย (Khammanee, 2008; Pipitkul, 2006) ผู้เรียนที่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เข้มแข็ง ย่อมมีความสามารถในการสังเคราะห์และแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการเรียนรู้ในสาขาอื่น ๆ และการดำรงชีวิตในโลกแห่งเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

อย่างไรก็ตาม รายงานการประเมินคุณภาพผู้เรียนระดับชาติ (NT/O-NET) รวมถึงการประเมินระดับนานาชาติ เช่น PISA และ TIMSS ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา สะท้อนว่าผู้เรียนไทยยังคงมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ โดยเฉพาะในด้านการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (OECD, 2019; National Institute of Educational Testing Service (NIETS), 2022) ข้อมูลเหล่านี้สอดคล้องกับผลการประเมินตนเองของโรงเรียนคำสร้อยพิทยาสรรค์ อำเภอนิคมคำสร้อย จังหวัดมุกดาหาร ปีการศึกษา 2565 ซึ่งพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่สถานศึกษากำหนดไว้ถึงร้อยละ 15 และมีข้อเสนอแนะให้พัฒนากระบวนการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาอย่างเร่งด่วน (Khamsoi Pittayasan School, 2022; ONESQA, 2021)

ทั้งนี้ จากการสัมภาษณ์เชิงลึกครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน พบว่าปัญหาหลักของผู้เรียนไม่ใช่เพียงความรู้พื้นฐานที่อ่อน แต่เกิดจากการขาดโอกาสในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นฐาน และขาดการฝึกฝนกระบวนการคิดแบบเป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมการลงมือปฏิบัติจริง (Plangprasopchok et al., 2008) การสอนยังคงเน้นการถ่ายทอดโจทย์แบบเดิม ไม่สามารถจูงใจผู้เรียนให้สนุกกับการเรียนรู้ ส่งผลให้การเรียนคณิตศาสตร์กลายเป็นอุปสรรคมากกว่าความท้าทาย จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น Panarat (2015); Siripengphaithoon (2014) และ Suthiphatthanakun (2013) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาร่วมกับการทำงานกลุ่ม การแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง และการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น ล้วนมีส่วนช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยเหล่านี้จึงเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนารูปแบบกิจกรรม TKP active learning model ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งมุ่งหวังให้เกิดการเรียนรู้แบบมีความหมาย สอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ด้วยเหตุนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหลักการเรียนรู้แบบเชิงรุก (active learning) จึงเป็นแนวทางที่มีความเหมาะสมอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีส่วนร่วมในการคิด ค้นคว้า และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในบริบทที่หลากหลาย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (Phoyen, 2021)

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีเป้าหมายในการพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยหลักการเรียนรู้แบบเชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีแนวคิดสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน หาคำตอบจากสถานการณ์โจทย์จริง และสะท้อนผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งคาดว่าจะช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และสร้างรูปแบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในบริบทของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตพื้นที่ชนบท

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. เพื่อพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยหลักการเรียนรู้แบบเชิงรุกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. เพื่อทดลองใช้และหาประสิทธิภาพรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยหลักการเรียนรู้แบบเชิงรุกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4. เพื่อประเมินความพึงพอใจรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยหลักการเรียนรู้แบบเชิงรุกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

กรอบแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. กรอบแนวคิดสำคัญ

1.1 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (mathematical problem-solving skills) คือ ความสามารถของผู้เรียนในการตีความสถานการณ์ปัญหา หาทางเลือกในการแก้ไข และประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบอย่างเป็นระบบ Polya (1957) ได้เสนอขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้น ได้แก่ (1) การทำความเข้าใจปัญหา (2) การวางแผน (3) การดำเนินการแก้ไข และ (4) การตรวจสอบคำตอบ Schoenfeld (1985) ขยายแนวคิดของ Polya โดยระบุว่าทักษะการแก้ปัญหาจำเป็นต้องพึ่งพาความเข้าใจในแนวคิด (conceptual understanding), ความยืดหยุ่นทางความคิด (cognitive flexibility) และเจตคติที่ดีต่อการเผชิญกับความยาก ในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

1.2 กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (mathematical processes) องค์กร NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) ได้กำหนดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ควรส่งเสริมในห้องเรียนไว้ 5 ประการ ได้แก่ (1) การแก้ปัญหา (problem solving) (2) การให้เหตุผลและพิสูจน์ (reasoning and proof) (3) การเชื่อมโยง (connections) (4) การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (communication) และ (5) การแทนค่าและการใช้สัญลักษณ์ (representation) ซึ่งเป็นแนวคิดที่เน้นการสร้างความเข้าใจเชิงลึกผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย (National Council of Teachers of Mathematics, 2000)

1.3 การเรียนรู้แบบเชิงรุก (active learning) หมายถึง แนวทางการเรียนรู้ที่เน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการตั้งคำถาม แก้ปัญหา และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Bonwell & Eison, 1991) โดยมีจุดเด่นคือ (1) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) (2) การเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ (problem-based learning) และ (3) การเรียนรู้ผ่านกิจกรรม (experiential learning) งานวิจัยของ Prince (2004) ยืนยันว่า active learning สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในสาขาวิชาที่มีลักษณะเนื้อหาเป็นนามธรรม เช่น คณิตศาสตร์

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ อ้างอิงจากรากฐานทางทฤษฎีสำคัญ 3 ทฤษฎี ได้แก่ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivism) ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (social constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ (experiential Learning) ดังนี้ (รายละเอียด ดังตาราง 1)

(1) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivism theory) ของ Jean Piaget เน้นว่า ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับ โดยผ่านกระบวนการสร้างสมมติฐาน ทดสอบ และสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง (Khammanee, 2008) ซึ่งในบริบทของคณิตศาสตร์ แนวคิดนี้ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาเชิงลึก และสร้างแนวทางในการแก้ไขอย่างเป็นเหตุเป็นผล ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดนี้ไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ทดลอง คิด และแก้ปัญหาด้วยตนเอง

(2) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ทางสังคม (social constructivism) ของ Lev Vygotsky ชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคมผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การโค้ช (scaffolding) และการทำงานกลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตพัฒนาการใกล้เคียง (Zone of Proximal Development: ZPD) ผู้วิจัยจึงออกแบบกิจกรรมกลุ่มแบบร่วมมือ ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากกันและกันภายใต้การส่งเสริมของครู

(3) ทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ (experiential learning theory) ของ David Kolb เสนอว่าการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อผ่านกระบวนการ 4 ขั้น ได้แก่ ประสบการณ์จริง (concrete experience), การสะท้อน (reflective observation), การสร้างความเข้าใจเชิงนามธรรม (abstract conceptualization), และการทดลองใหม่ (active experimentation) ซึ่งแนวทางนี้ถูกนำไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมทั้ง 3 ขั้นของ TKP active learning model ในงานวิจัยนี้

ตาราง 1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้

ทฤษฎี	แนวคิดสำคัญ	การประยุกต์ใช้ในการวิจัยนี้
Constructivism (Piaget, 1952)	ผู้เรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์ของตนเอง	ออกแบบกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนสำรวจ แก้ปัญหา และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง
Social Constructivism (Vygotsky, 1978)	การเรียนรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ในสังคม	ส่งเสริมกิจกรรมกลุ่ม การอภิปราย และการแลกเปลี่ยนแนวคิด
Experiential Learning (Kolb, 1984)	การเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง 4 ขั้นตอน: Concrete Experience, Reflective Observation, Abstract Conceptualization, Active Experimentation	วางแผนกิจกรรมตามวงจรประสบการณ์ เช่น การทำโจทย์จริง - วิเคราะห์ - สรุปผล - ทดลองใหม่

นอกจากนี้ ยังใช้แนวคิดของ Khammanee (2008) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบองค์รวม (holistic instructional model) ที่เน้นความเชื่อมโยงระหว่างจิตวิทยาการเรียนรู้และบริบทของผู้เรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดลองใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยหลักการเรียนรู้แบบเชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการพัฒนาเชิงระบบ ตามกรอบแนวคิดของ Gall et al. (2007) ซึ่งมีขั้นตอนหลัก 4 ขั้น คือ (1) ศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการ (2) พัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (3) ทดลองใช้และประเมินประสิทธิภาพ และ (4) ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ

2.1 ระยะที่ 1 (R1): การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/6 จำนวน 33 คน โรงเรียนคำสร้อยพิทยาสรรค์ ปีการศึกษา 2564 ซึ่งเป็นห้องเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ต่ำที่สุด (purposive sampling)

2.2 ระยะที่ 2 (R2): การทดลองใช้รูปแบบและประเมินผล เป็นการวิจัยแบบ quasi-experimental design กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 36 คน ปีการศึกษา 2566 จากห้องเรียนที่มีลักษณะพื้นฐานเทียบเท่ากับ R1 ซึ่งได้รับการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ TKP active learning Model แม้การเลือกกลุ่มตัวอย่างในระยะที่ 2 เป็นการเลือกแบบเจาะจงจากลักษณะพื้นฐานที่เทียบเคียงกับ R1 (purposive sampling) แต่เพื่อประเมินความเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่มผู้เรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบ TKP active learning model ผู้วิจัยจึงใช้สถิติ t-test แบบ dependent samples เพื่อศึกษาความแตกต่างภายในกลุ่ม (within-group change) ทั้งนี้ผู้วิจัยตระหนักถึงข้อจำกัดด้านการสุ่มและได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ควบคู่กับการแปลผลเชิงพรรณนา

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ (วิเคราะห์ IOC = 0.80 – 1.00)

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้และคู่มือใช้รูปแบบกิจกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ตรวจสอบประเมินความถูกต้องและเหมาะสมด้านเนื้อหา จากการประเมินมีความสอดคล้องเชิงเนื้อหากับจุดประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ จึงสามารถนำไปใช้สอนนักเรียนได้ (วิเคราะห์ IOC = 0.80 – 1.00)

3.3 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย (1) ลักษณะข้อสอบ: อัตนัยกึ่งโครงสร้าง (constructed response) 10 ข้อ (2) วิเคราะห์ค่า P ระหว่าง 0.50 – 0.67 และ r ระหว่าง .40 –.73 และ (3) ความเชื่อมั่นวัดโดย KR-20 = 0.915

3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ (5 ระดับ Likert scale) โดยเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ และเนื้อหา (วิเคราะห์ IOC = 0.80 – 1.00) และนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้สอบถามความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง

4. การดำเนินการวิจัย การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ผู้วิจัยนำเสนอการเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

4.1 ขั้นตอนที่ 1: ศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการ (R1) ใช้แบบสอบถามเพื่อรวบรวมข้อมูลจากนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (*M*) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*)

4.2 ขั้นตอนที่ 2: การพัฒนารูปแบบกิจกรรม (D1) โดย (1) วิเคราะห์ข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 (2) ศึกษาทฤษฎี/แนวคิด (active learning, problem-solving, NCTM standards) (3) ออกแบบ TKP active learning model (3 ขั้นตอน: Trigger, Knowledge Pursuit, Precision) และ (4) ตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.3 ขั้นตอนที่ 3: ทดลองใช้และประเมินประสิทธิภาพ (R2) โดย (1) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ TKP Model (2) วัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลัง (3) วิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์ 80/80 และ (4) เปรียบเทียบคะแนนก่อน-หลัง โดยใช้ t-test แบบ dependent samples

4.4 ขั้นตอนที่ 4: ประเมินความพึงพอใจ (D2) โดย (1) ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามหลังการเรียน และ (2) วิเคราะห์ค่าความพึงพอใจด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ดำเนินการวิจัยระหว่างวันที่ 1 มีนาคม 2565 – 31 มีนาคม 2566 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

มี.ค.–เม.ย. 2565: เก็บข้อมูล R1

พ.ค.–ก.ย. 2565: พัฒนารูปแบบแบบและคู่มือ D1

ม.ค.–มี.ค. 2566: ทดลองใช้ / เก็บข้อมูล R2

มี.ค. 2566: ประเมินความพึงพอใจ D2

ผลการวิจัย

1. สภาพปัญหาและความต้องการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ จากการเก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/6 โรงเรียนคำสร้อยพิทยาสรรค์ จำนวน 33 คน พบว่า (1) สภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด (*M* = 4.66, *SD* = 0.71) โดยเฉพาะด้าน “การขาดโอกาสในการฝึกแก้ปัญหาแบบสถานการณ์” และ “เนื้อหาที่เรียนขาดความน่าสนใจ” และ (2) ความต้องการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นกัน (*M* = 4.33, *SD* = 0.69) โดยผู้เรียนต้องการกิจกรรมที่ให้มีการคิดแก้ปัญหา พูดคุยกลุ่ม และใช้สถานการณ์จริงเป็นฐาน โดยสรุป ผู้เรียนมีความต้องการอย่างสูงในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่ใช้สถานการณ์จริง กระบวนการคิดแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ รายละเอียดดังตาราง 2

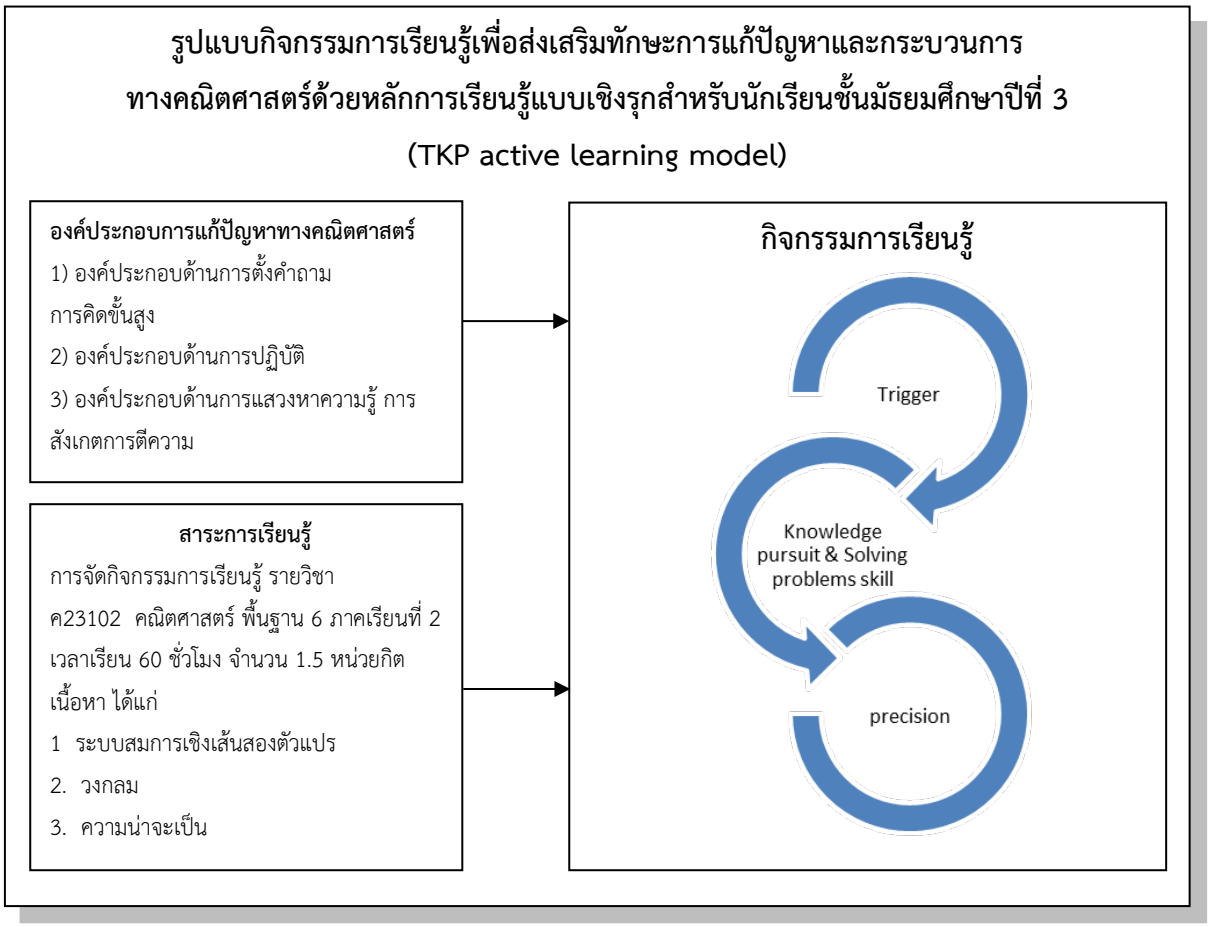
ตาราง 2 สภาพปัญหาและความต้องการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้

รายการ	n = 33		ระดับ
	M	*SD*	
1. ด้านสภาพปัญหา	**4.66**	**.71**	**มากที่สุด**
(1) สภาพปัญหาด้านเนื้อหา	**3.76**	**.66**	**มาก**
- เนื้อหาที่เรียนขาดความน่าสนใจ	4.19	.54	มากที่สุด
- เนื้อหาที่เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.18	.57	มาก
- เนื้อหาที่เรียนมีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.04	.61	มาก
- เนื้อหาเหมาะสมกับคาบเวลาเรียน	3.25	.61	ปานกลาง
- เนื้อหาที่เรียนมีความชัดเจนเข้าใจง่าย	3.18	.71	ปานกลาง
(2) สภาพปัญหาด้านครูผู้สอน	**3.89**	**.70**	**มาก**
- การขาดโอกาสในการฝึกแก้ปัญหาแบบสถานการณ์	4.22	.55	มากที่สุด
- การไม่มีเวลาให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนวิธีคิด	4.15	.62	มากที่สุด
- ครูสอนและอธิบายได้เข้าใจ	4.09	.66	มาก
- ครูมีกิจกรรมที่น่าสนใจ ทำให้สนุก และมีความสุขในการเรียน	3.10	.72	ปานกลาง
(3) สภาพปัญหาด้านสื่อ วัสดุและอุปกรณ์	**3.28**	**.74**	**ปานกลาง**
- มีสื่อการสอนให้ศึกษานอกห้องเรียน	3.85	.57	มาก
- มีสื่อการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา	3.11	.68	ปานกลาง
- มีสื่อการสอนที่น่าสนใจ	3.09	.72	ปานกลาง
- นักเรียนได้ใช้สื่อการสอนได้อย่างเต็มที่	3.07	.72	ปานกลาง
2. ด้านความต้องการในการพัฒนากิจกรรม	**4.33**	**.69**	**มากที่สุด**
- ต้องการกิจกรรมที่ให้มีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.46	.51	มากที่สุด
- ต้องการให้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมมากกว่านี้	4.42	.44	มากที่สุด
- ต้องการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์จริง	4.30	.42	มากที่สุด
- ต้องการให้พัฒนาการสื่อสารอย่างเป็นระบบ	4.29	.80	มากที่สุด
- ต้องการให้พัฒนาด้านครูผู้สอน	4.20	.72	มาก

2. รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น (TKP active learning model) จากการวิเคราะห์ทฤษฎี (constructivism, Kolb, NCTM standards) และข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยพัฒนา “TKP Active Learning Model” ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

(1) กรอบแนวคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (analytical thinking framework) ได้แก่ (1.1) การตั้งคำถาม (questioning) (1.2) การปฏิบัติและแก้ปัญหา (problem execution) และ (1.3) การสังเกตและแสวงหาความรู้ (observation & reasoning)

(2) กระบวนการจัดกิจกรรม 3 ขั้น ได้แก่ (1) ขั้นที่ 1: Trigger — กระตุ้นผู้เรียนด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง (2) ขั้นที่ 2: Knowledge Pursuit & Problem-Solving — ผู้เรียนวางแผน แก้โจทย์ และสรุปกระบวนการ และ(3) ขั้นที่ 3: Precision — ครูและผู้เรียนร่วมสะท้อนวิธีคิด ตรวจสอบความถูกต้อง และตกผลึกความรู้ร่วมกัน รายละเอียดดังภาพ 1



ภาพ 1 โครงสร้าง TKP active learning model ที่ประกอบด้วยการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกิจกรรม 3 ขั้นแบบต่อเนื่องเพื่อสร้างการเรียนรู้ที่ลุ่มลึก

3. ประสิทธิภาพของรูปแบบกิจกรรม TKP active learning model เพื่อประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบกิจกรรม ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ 80/80 กับกลุ่มตัวอย่าง 36 คน (ม.3/2) ซึ่งพบว่า ประสิทธิภาพของรูปแบบกิจกรรม TKP active learning model มีประสิทธิภาพ 88.77/82.70 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด และผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน–หลังเรียน ด้วยการวิเคราะห์ dependent samples t-test พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งยืนยันว่ารูปแบบ TKP มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รายละเอียดดังตาราง 3 และตาราง 4

ตาราง 3 ประสิทธิภาพของรูปแบบกิจกรรม TKP Active Learning Model

ประสิทธิภาพ	E1	E2
TKP active learning model	88.77	82.70

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน-หลัง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คะแนน	n	*M*	*SD*	$\overline{d}$	S_d	t	df	p
หลังเรียน	36	24.81	2.62	9.95	2.59	24.67*	35	.00
ก่อนเรียน	36	14.86	2.74					

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบกิจกรรม TKP ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนจำนวน 36 คนที่ได้รับการจัดกิจกรรมด้วย TKP Model พบว่า มีความพึงพอใจรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยหลักการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (*M* = 4.52, *SD* = 0.91) โดยจำแนกเป็น 4 ด้านหลัก ดังนี้ 1) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้: นักเรียนรู้สึกว่ากิจกรรมมีความหลากหลาย ท้าทาย และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (*M* = 4.66, *SD* = 0.71) 2) ด้านเนื้อหาและลำดับความยากง่าย: กิจกรรมมีการจัดลำดับความซับซ้อนของโจทย์จากง่ายไปยาก ทำให้นักเรียนมั่นใจในการเรียนรู้ (*M* = 4.66, *SD* = 0.66) 3) ด้านสื่อการเรียนรู้และรูปแบบการนำเสนอ: สื่อมีความน่าสนใจ สีสันและรูปแบบเหมาะสม ตัวอักษรชัดเจน (*M* = 4.59, *SD* = 0.54) และ 4) ด้านผลการเรียนรู้: นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ (*M* = 4.52, *SD* = 0.61) รายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบกิจกรรม TKP

รายการประเมิน	n = 36		ระดับ
	M	*SD*	
1. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.66	0.71	มากที่สุด
2. ด้านเนื้อหาและลำดับความยากง่าย	4.66	0.66	มากที่สุด
3. ด้านสื่อการเรียนรู้และรูปแบบการนำเสนอ	4.59	0.54	มากที่สุด
4. ด้านผลการเรียนรู้	4.56	0.61	มากที่สุด
โดยรวม	**4.52**	**0.91**	**มากที่สุด**

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินผลรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ TKP active learning model ซึ่งมุ่งเน้นการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยนำไปสู่ข้อค้นพบสำคัญที่สอดคล้องกับแนวคิดและหลักฐานเชิงประจักษ์ในวงการศึกษาทั้งระดับชาติและนานาชาติ โดยสามารถอภิปรายได้ตามประเด็นหลัก ดังนี้

1. สภาพปัญหาและความต้องการของผู้เรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าผู้เรียนมีความต้องการกิจกรรมที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา และการเรียนรู้ผ่านบริบทจริงในระดับมากที่สุด

(*M* = 4.61) ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีแนวโน้มต้องการการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการมากกว่าการท่องจำ และต้องการมีบทบาทร่วมในกิจกรรมมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky (1978) ที่ระบุว่า การเรียนรู้ที่เกิดในเขตพัฒนาการใกล้เคียง (zone of proximal development) โดยมีครูเป็นผู้นำทางทางปัญญา (scaffolding) จะช่วยให้เกิดพัฒนาการอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจเมื่อได้รับโอกาสในการเรียนรู้จากบริบทจริงและมีส่วนร่วมในการค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2. ประสิทธิภาพของ TKP active learning model และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รูปแบบกิจกรรม TKP ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ Trigger – Knowledge Pursuit – Precision ได้รับการออกแบบให้มีโครงสร้างที่เอื้อต่อการพัฒนากระบวนการคิด วิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เมื่อทดสอบประสิทธิภาพด้วยเกณฑ์ E1/E2 พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.77/82.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และจากการเปรียบเทียบคะแนนก่อน–หลังเรียนด้วย t-test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ด้วย t-test ในการวิจัยนี้ควรพิจารณาควบคู่กับข้อจำกัดด้านการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มิได้ใช้การสุ่มอย่างแท้จริง ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำในการสรุปผลเชิงอนุมาน ซึ่งความสำเร็จนี้สามารถอธิบายได้ว่า TKP Model เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เริ่มต้นจากประสบการณ์ตรง (concrete experience) ผ่านสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ตามแนวคิดของ Kolb (1984) จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการไตร่ตรอง (reflective observation) และลงมือวิเคราะห์แก้ปัญหาโดยอิงกับขั้นตอนของ Polya (1957) ซึ่งประกอบด้วย การเข้าใจโจทย์ วางแผน ดำเนินการ และตรวจสอบความถูกต้อง ในขั้นสุดท้าย precision นักเรียนได้ตกผลึกทางความคิด (abstract conceptualization) โดยอาศัยการสะท้อนร่วมกันกับเพื่อนและครู ผลดังกล่าวยังสะท้อนความสอดคล้องกับงานของ Suthiphatthanakun (2013) ที่พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับเทคนิค KWDL ซึ่งพบว่าผู้เรียนมีพัฒนาการด้านการคิดวางแผนการทำงาน และมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะเมื่อกิจกรรมถูกออกแบบให้มีโครงสร้างและมีเป้าหมายที่ชัดเจน ซึ่งลักษณะนี้ตรงกับแนวทางของ TKP Model

3. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบกิจกรรม การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบ TKP active learning model พบว่า โดยรวมผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน ผลความพึงพอใจดังกล่าวสะท้อนว่ารูปแบบกิจกรรมนี้สามารถสร้างประสบการณ์เรียนรู้ที่ตอบสนองธรรมชาติของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสภาพแวดล้อมที่ผู้เรียนรู้สึกว่าเกี่ยวข้องกับชีวิตตนเองจะส่งผลโดยตรงต่อแรงจูงใจ ความเข้าใจ และพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ผู้บริหารสถานศึกษาอาจพิจารณานำ TKP active learning model ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระอื่น โดยเฉพาะกลุ่มสาระที่สามารถใช้สถานการณ์จริงเป็นฐาน (situation-based learning) เช่น วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา หรือการงานอาชีพ ทั้งนี้ ควรส่งเสริมให้ครูมีความเข้าใจ

โครงสร้างของ TKP ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ Trigger – Knowledge Pursuit & Problem Solving – Precision อย่างชัดเจน

1.2 ครูผู้สอนที่ต้องการนำ TKP Model ไปใช้ ควรตระหนักว่า บทบาทของตนจะเปลี่ยนจากผู้ถ่ายทอดความรู้ไปเป็นผู้ออกแบบประสบการณ์และโค้ชทางความคิด ดังนั้น จึงควรฝึกการตั้งคำถามปลายเปิด การให้พื้นที่ผู้เรียนแสดงวิธีคิดที่หลากหลาย และการใช้เวลาในชั้นเรียนอย่างยืดหยุ่นมากขึ้น

1.3 จากการทดลองใช้ TKP Model ในกลุ่มนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนบางส่วนมีความไม่คุ้นชินกับกิจกรรมที่ไม่มีคำตอบชัดเจนทันที หรือกิจกรรมที่ต้องทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันตลอดเวลา ผู้วิจัยจึงเสนอว่า ครูควรเตรียมผู้เรียนด้วยกิจกรรมสร้างพื้นฐาน เช่น การเรียนรู้ร่วมกัน (collaborative base) การยอมรับความล้มเหลวเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการ และการฝึกสะท้อนความคิดอย่างมีระบบ

1.4 รูปแบบนี้เหมาะสำหรับผู้เรียนที่มีทักษะการสื่อสารขั้นพื้นฐานพอสมควร และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ระดับหนึ่ง หากนำไปใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ หรือมีทักษะทางภาษาต่ำมาก อาจต้องปรับขั้นตอน Trigger และการสื่อสารในการทำกิจกรรมให้เรียบง่ายและชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาผลของ TKP active learning model ในระดับชั้นอื่น เช่น ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือประถมศึกษา เพื่อประเมินความยืดหยุ่นของรูปแบบ และความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของผู้เรียนในช่วงวัยที่แตกต่างกัน

2.2 ควรเปรียบเทียบ TKP Model กับรูปแบบการเรียนรู้อื่นที่มีจุดมุ่งหมายใกล้เคียงกัน เช่น Problem-Based Learning (PBL) หรือ flipped classroom เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ ทั้งผลลัพธ์ทางพฤติกรรม ทักษะการแก้ปัญหา และความพึงพอใจของผู้เรียน

2.2 ควรขยายตัวแปรตามในอนาคต โดยเพิ่มการวัดผลด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การใช้เหตุผลทางตรรกะ หรือ การวางแผนกลยุทธ์ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจความสามารถของผู้เรียนในภาพรวมได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น และอาจนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือวัดที่มีความจำเพาะสำหรับการเรียนรู้แบบ TKP

References

Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom.* ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1. George Washington University.

Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2007). *Educational research: An introduction* (8th ed.). Pearson/Allyn & Bacon.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development.* Prentice Hall.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics.* NCTM.

OECD. (2019). *PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do.* OECD Publishing.

OECD. (2021). *21st-century readers: Developing literacy skills in a digital world.* OECD Publishing.

Partnership for 21st Century Skills. (2019). *Framework for 21st century learning definitions.* Battelle for Kids. https://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources

Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children* (M. Cook, Trans.). International Universities Press.

Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method.* Princeton University Press.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education, 93*(3), 223–231.

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving.* Academic Press.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes.* Harvard University Press.

Translate Thai References

Khammanee, T. (2008). *Teaching science* (7th ed.). Chulalongkorn University. (in Thai)

Khamsoi Pittayasan School. (2022). *School self-assessment report (SAR) for the academic year 2022.* Khamsoi Pittayasan School. (in Thai)

National Institute of Educational Testing Service (NIETS). (2022). *National O-NET results report: Academic year 2022.* NIETS. (in Thai)

Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education. (2019). *The role of teachers in active learning.* Ministry of Education. http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=12972&Key (in Thai)

Panarat, Y. (2015). Development of mathematics camp activities to enhance teacher competency for student teachers in mathematics. *Suratthani Rajabhat Journal, 2*(2), 45–54. (in Thai)

Phoyen, K. (2021). *Active learning: Learning satisfy Education in 21st-century. Journal of Education Silpakorn University, 19*(1), 11–28. (in Thai)

Pipitkul, Y. (2006). *Teaching mathematics.* Bophit Printing. (in Thai)

Plangprasopchok, S., Boonprajuk, S., & Phoo-Udom, J. (2008). *Innovation to develop the quality of basic mathematics education for Thai children: A study of the causes of Thai children's weakness in mathematics and solutions.* Phranakhon Rajabhat University. http://www.ripn-math.com/doc/25510502/child_low_math.doc (in Thai)

Siripengphaithoon, M. (2014). *Development of a mathematics teaching model on geometry using constructionism theory to enhance academic achievement of Grade 6 students at Hua Hin Municipality School (Prachathipatham)* [Research report]. Faculty of Education and Development, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus. (in Thai)

Suthiphatthanakun, S. (2013). *Development of a mathematics teaching model using collaborative learning with KWDL technique to develop thinking skills of Mathayom 6 students* [Research report]. Sikhiu Sawat Phudong Witthayakhan School. (in Thai)