

The Ideas of Teaching Mathematics to Enhance Innovative Thinking Skills

Mathasit Tanyarattanasrisakul^{1*}

Received: August 1, 2023 **Revised:** November 14, 2023 **Accepted:** November 21, 2023

Abstract

Innovative thinking skills was the most important thinking process of innovators and can be enhance to arise in mathematics course. The objective of this academic article was to present the teaching mathematics practices to enhance innovative thinking skills of students in basic education level. The essence of this article were 1) the concept of the meaning and components of innovative thinking skills, the abilities to think effectively to build on or develop new things, new ideas, or new better ways to solve problems or develop prosperity for society through the extension of imagination and creativity and there are six successive elements: interpret, generate, collaborate, reflect, represent, and evaluate 2) the practices of teaching mathematics to enhance innovative thinking skills were a teaching that has a clear step and consistent with the 6 components of innovative thinking skills, using the problem situation of the students as a starting point for creating innovation, develop students to have an understanding of mathematics before they start creating innovations, prominent in mathematical connection skills, encourage students to explain how they used their knowledge to develop innovation, and periodically teach and monitor progress in the innovation development and 3) the link between mathematical content according to the basic education core curriculum and the innovation development process was that mathematical content can be used in every step of the innovation development process.

Keyword: Teaching Mathematics; Innovative Thinking Skills; Basic Education Level Students

¹ Rachineeburana School, Nakhon Pathom, Thailand

* Corresponding author e-mail: mathasit24@gmail.com

แนวทางการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม

เมธาสิทธิ์ ธวัชรัตนศรีสกุล^{1*}

รับบทความ: 1 สิงหาคม 2566 แก้ไขบทความ: 14 พฤศจิกายน 2566 รับตีพิมพ์: 21 พฤศจิกายน 2566

บทคัดย่อ

ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมเป็นคุณสมบัติเชิงกระบวนการคิดที่สำคัญของนวัตกรรม ซึ่งสามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระสำคัญของบทความประกอบด้วย 1) ความหมายและองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ซึ่งทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมเป็นความสามารถในการคิดอย่างมีประสิทธิภาพให้เกิดการต่อยอดหรือพัฒนาสิ่งใหม่ แนวคิดใหม่ หรือแนวทางใหม่ที่ดีกว่าเดิมเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาความเจริญงอกงามให้แก่สังคมผ่านการต่อยอดจากจินตนาการและการสร้างสรรค์ มี 6 องค์ประกอบที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ได้แก่ การวิเคราะห์บริบท การสร้างแนวคิด การร่วมมือกับผู้อื่น การสะท้อน การนำเสนอ และการประเมิน 2) ลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม คือ เป็นการสอนที่มีลำดับขั้นตอนชัดเจนและสอดคล้องกลมกลืนกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมทั้ง 6 องค์ประกอบ ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างนวัตกรรม พัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ก่อนที่จะลงมือสร้างนวัตกรรม เค้นขุดด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนอธิบายได้ว่าใช้ความรู้ใดในการพัฒนานวัตกรรม และดำเนินการสอนและติดตามความก้าวหน้าในการพัฒนานวัตกรรมเป็นระยะ และ 3) ความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกับกระบวนการพัฒนานวัตกรรม คือ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในกระบวนการพัฒนานวัตกรรมได้ทุกขั้นตอน

คำสำคัญ: การสอนคณิตศาสตร์; ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม; นักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

¹ โรงเรียนราชินีบูรณะ นครปฐม

* Corresponding author e-mail: mathasit24@gmail.com

บทนำ

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) เป็นเป้าหมายการพัฒนาประเทศไทยตามหลักธรรมาภิบาลซึ่งหน่วยงานต่าง ๆ จะต้องนำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้ประเทศไทยบรรลุวิสัยทัศน์ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” โดยใช้เป็นกรอบในการจัดทำแผนพัฒนาต่าง ๆ ให้สอดคล้องและบูรณาการกัน อันจะก่อให้เกิดเป็นพลังผลักดันร่วมกันไปสู่วิสัยทัศน์ที่กำหนด ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) การกำหนดยุทธศาสตร์ชาติ เกิดจากการคาดการณ์แนวโน้มที่คาดว่าจะส่งผลต่อการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศในมิติต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยพบว่าบริบทต่าง ๆ มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีพลวัตสูง และมีความซับซ้อนหลากหลายมิติ ทำให้ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพ มีความรู้ สมรรถนะ และทักษะที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ รู้เท่าทันและปรับตัวให้สามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข มีอาชีพที่มั่นคง สร้างรายได้ท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงของกฎเกณฑ์ กติกาใหม่ ๆ และมาตรฐานที่สูงขึ้น รวมทั้งการให้ความสำคัญกับการส่งเสริมเทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อให้สามารถยกระดับเป็นเจ้าของเทคโนโลยีและนวัตกรรมก้าวทันโลก จากการต่อยอดการพัฒนาบนพื้นฐานนโยบายประเทศไทย 4.0 การลดปัญหาความเหลื่อมล้ำที่เกิดขึ้น และนำไปสู่การเสริมสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชนทุกภาคส่วน (Office of the National Economic and Social Development Council, 2018) นำมาสู่แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ที่สร้างขึ้นภายใต้แนวคิด คือ การศึกษาเป็นสิทธิขั้นพื้นฐานของคนไทยทุกคน ที่รัฐต้องจัดให้เพื่อพัฒนาคนไทยทุกช่วงวัยให้มีความเจริญงอกงามทุกด้าน และเป็นต้นทุนทางปัญญาที่สำคัญในการพัฒนาทักษะ คุณลักษณะ และสมรรถนะในการประกอบสัมมาชีพ และการดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุข นำไปสู่เสถียรภาพ และความมั่นคงของสังคมและประเทศชาติที่ต้องพัฒนาให้เจริญก้าวหน้าทัดเทียมนานาประเทศในเวทีโลกท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 เพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์และจุดมุ่งหมายในการจัดการศึกษา แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ได้วางเป้าหมายไว้ 2 ด้าน คือ เป้าหมายด้านผู้เรียน (Learner Aspirations) โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs) และเป้าหมายของการจัดการศึกษา (Educational Aspirations) 5 ประการ ได้แก่ 1) ประชากรทุกคนเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพและมีมาตรฐานอย่างทั่วถึง (Access) 2) ผู้เรียนทุกคน ทุกกลุ่มเป้าหมายได้รับบริการการศึกษาที่มีคุณภาพตามมาตรฐานอย่างเท่าเทียม (Equity) 3) ระบบการศึกษาที่มีคุณภาพ สามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุขีดความสามารถเต็มตามศักยภาพ (Quality) 4) ระบบการบริหารจัดการศึกษาที่มีประสิทธิภาพ เพื่อการลงทุนทางการศึกษาที่คุ้มค่าและบรรลุเป้าหมาย (Efficiency) และ 5) ระบบการศึกษาที่สนองตอบและก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของโลกที่เป็นพลวัตและบริบทที่เปลี่ยนแปลง (Relevancy) (Office of the Education Council, 2017) เมื่อจับประเด็นสำคัญที่ถ่ายทอดลงมาจากยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) พบว่ากระบวนการจัดการศึกษาได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาความรู้และทักษะที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงและทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยจุดเน้นประการหนึ่ง คือ การสร้างนวัตกรรม ซึ่งเป็นผลผลิตที่เกิดจากทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ในศตวรรษที่ 21 (Sulistiyono, Slamim, Dafik, Wangguway, & Jabbar, 2020) และเน้นการ

จัดการศึกษาที่มีคุณภาพ เท่าเทียม และทั่วถึงนักเรียนทุกคนในทุกรายวิชา โดยเฉพาะรายวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ในศาสตร์อื่น ๆ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Yiğit (2022) และ Hussein (2023) ที่พบว่าแนวโน้มที่สำคัญประการหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของโลก คือ การสร้างโอกาส ความเสมอภาค และความทั่วถึง เนื่องจากการสอนคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพควรเป็นไปสำหรับนักเรียนทุกคน

คณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้เกิดการค้นคว้า ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในยุคปัจจุบันในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงคำนึงถึงการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมนักเรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ (Office of the Basic Education Commission, 2017) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม (Innovative Thinking Skills) ทักษะการคิดเชิงผลิตภาพสำคัญ ที่จะส่งเสริมให้นักเรียนสร้างผลผลิตที่เกิดจากความคิดเชิงนวัตกรรมในรูปสิ่งประดิษฐ์ที่คิดค้นขึ้นใหม่หรือปรับจากของเก่าแล้วนำมาออกมาสู่สาธารณชนเพื่อใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง (Royal Academy, 2013; Sinlarat, 2017; Taylor, 2017) หรือที่เรียกว่า นวัตกรรม (Innovation) ได้สำเร็จ แต่อย่างไรก็ตาม การสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมมีความแตกต่างจากลักษณะการสอนคณิตศาสตร์โดยทั่วไปในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่เน้นการบรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานและตัวชี้วัด แต่เป็นการสอนให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในกระบวนการพัฒนานวัตกรรม มากกว่าการเรียนรู้ในระดับความรู้ความจำหรือการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาเท่านั้น และจำเป็นต้องผนวกทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมลงไปในการสอนอย่างสอดคล้องและสมดุลกัน เพื่อให้เกิดผลลัพธ์เป็นนวัตกรรมในท้ายที่สุด (Institute of Academic Development, 2021) ซึ่งต้องอาศัยการออกแบบการเรียนรู้ของครูผู้สอนเป็นสำคัญ ในอีกมุมหนึ่งเมื่อกล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนสร้างนวัตกรรม ครูผู้สอนส่วนใหญ่มองว่าเป็นขอบเขตของรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเป็นการเรียนรู้ที่ต้องจัดแบบบูรณาการร่วมกันในหลายวิชาทำให้เกิดไม่คล่องตัวในการปฏิบัติงาน และมีผลกระทบต่อภาระงานและโครงสร้างเวลาเรียน การเปิดรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนสร้างนวัตกรรมโดยปราศจากความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม เป็นต้น อุปสรรคเหล่านี้ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่สูญเสียโอกาสและความเท่าเทียมกันในการได้รับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและการบ่มเพาะความเป็นนวัตกรรม

บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวคิดการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อให้ครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องในการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ได้เห็นแนวทางเฉพาะในการสอนคณิตศาสตร์ เห็นความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่สอนกับกระบวนการพัฒนานวัตกรรม และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำพานักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ทุกคนและทุกระดับไปสู่ความเป็นนวัตกรรมได้ในที่สุด

ความหมายและองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม

ก่อนที่จะอธิบายถึงลักษณะของการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ผู้เขียนขอเสนอความหมายและองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมไว้เพื่อเป็นพื้นฐานความเข้าใจดังนี้

ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีประสิทธิภาพให้เกิดการต่อยอดหรือพัฒนาสิ่งใหม่ แนวคิดใหม่ หรือแนวทางใหม่ที่ดีกว่าเดิมเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาความเจริญงอกงามให้แก่สังคมผ่านการต่อยอดจากจินตนาการและการสร้างสรรค์ (Tiyaswati, Sarwanto, & Sukarmin, 2021; Lazuardi, Slamini, & Dafik, 2021; Kholikova, 2021; Tanyarattanasrisakul, 2023; Mubarak & Selimin, 2023) จำแนกเป็น 6 องค์ประกอบดังนี้ (Australian National Training Authority, 2002; Tanyarattanasrisakul, 2023; Office of the Basic Education Commission [OBEC] & Surindra Rajabhat University [SRRU], 2023)

1. ความสามารถในการวิเคราะห์บริบท (Interpret) หมายถึง นักเรียนสามารถศึกษา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา สาเหตุของปัญหา หรือความต้องการในการพัฒนานวัตกรรมจากบริบทหรือสถานที่ที่จะนำนวัตกรรมนั้นไปใช้
2. ความสามารถในการสร้างแนวคิด (Generate) หมายถึง นักเรียนสามารถคิดหาและออกแบบวิธีการหรือนวัตกรรมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการสร้างนวัตกรรมตามที่ได้กำหนดไว้
3. ความสามารถในการร่วมมือกับผู้อื่น (Collaborate) หมายถึง นักเรียนสามารถวางแผนการทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อสร้างหรือพัฒนานวัตกรรมให้สำเร็จตามวิธีการหรือแผนการดำเนินงานที่ออกแบบไว้
4. ความสามารถในการสะท้อน (Reflect) หมายถึง นักเรียนสามารถสังเคราะห์ผลการสะท้อนนวัตกรรมจากบุคคลอื่นแล้วนำมาปรับปรุงพัฒนานวัตกรรมของตนเองให้ดีขึ้นหรือมีคุณภาพยิ่งขึ้น
5. ความสามารถในการนำเสนอ (Represent) หมายถึง นักเรียนสามารถคิดหาวิธีการและนำเสนอนวัตกรรมต่อผู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม
6. ความสามารถในการประเมิน (Evaluate) หมายถึง นักเรียนสามารถศึกษาและสรุปผลสำเร็จของการสร้างนวัตกรรมจากการนำเสนอนวัตกรรมต่อผู้ที่เกี่ยวข้องและจากการนำนวัตกรรมไปใช้จริง และตัดสินความสำเร็จในการพัฒนานวัตกรรม

โดยสรุปแล้ว ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม เป็นความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบโดยมีผลผลิตของการคิดเป็นนวัตกรรม มีองค์ประกอบการคิดเชิงกระบวนการที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน 6 องค์ประกอบ ซึ่งไม่สามารถสลับขั้นตอนการคิดทั้ง 6 ประกอบได้ นั่นคือ จำเป็นต้องเริ่มต้นการคิดจาก

การวิเคราะห์บริบท ผลการวิเคราะห์บริบทจะถูกนำไปใช้ต่อไปในการสร้างแนวคิด ผลการสร้างแนวคิดจะนำไปใช้ต่อไปในการร่วมมือกับผู้อื่น และเสริมสร้างให้เกิดการสะท้อนและปรับปรุงนวัตกรรม ร่องรอยจากการปรับปรุงนวัตกรรมและนวัตกรรมที่ปรับปรุงแล้วจะนำมาใช้ในการนำเสนอ และผลการนำเสนอจะทำให้เกิดการประเมินตามมา หากผลการประเมินนวัตกรรมพบว่ายังสามารถที่จะพัฒนาและเติมเต็มให้นวัตกรรมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ก็สามารถกลับมาวิเคราะห์บริบทและเริ่มต้นการคิดเชิงนวัตกรรมได้อีกเป็นวงรอบถัดไป สรุปได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม

ลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม

การสอนคณิตศาสตร์ (Teaching Mathematics) ที่มีประสิทธิภาพ เป็นการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายผ่านประสบการณ์ส่วนบุคคลและทำงานร่วมกันที่ส่งเสริมความสามารถของนักเรียนทั้งด้านการเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Ideas) และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Reason Mathematically) (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2014) แต่เมื่อเกิดแนวคิดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงการศึกษาจากวิธีการแบบดั้งเดิมในอดีตไปสู่แนวทางที่ทันสมัยกว่า มุ่งเน้นไปที่การเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับอนาคตด้วยการสอนทักษะที่จำเป็นต่อการประสบความสำเร็จในเศรษฐกิจโลก จุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาจึงปรับเปลี่ยนไปสู่การพัฒนานักเรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 รวมทั้งส่งเสริมการพัฒนาความรู้ ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะที่สอดคล้อง เป็นพื้นฐาน และจำเป็นต่อทักษะในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ทักษะการคิดเชิงผลิตภาพทักษะสำคัญที่จะทำให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาหรือความต้องการของสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การสอนคณิตศาสตร์ที่มีเป้าหมายให้นักเรียนสร้างนวัตกรรม จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมเพิ่มเติมจากการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดและการให้เหตุผล

ทางคณิตศาสตร์ โดยมีลักษณะการสอนซึ่งผู้เขียนสังเคราะห์จากลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม นำเสนอผ่านมุมมองจากประสบการณ์ตรงในการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) (NCTM, 2014; Tanyarattanasrisakul, Rodyoo, Sriprom & Chaowatthanakun, 2022; Tanyarattanasrisakul, 2023) และการเป็นผู้ถ่ายทอดแนวคิดในบทบาทการเป็นวิทยากรทุกภูมิภาคของประเทศไทย ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มีลำดับขั้นตอนชัดเจนไม่สับสน และมีเป้าหมายที่การสร้างนวัตกรรมของนักเรียน โดยกิจกรรมการเรียนการสอนจะผนวกทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมทั้ง 6 องค์ประกอบอย่างเป็นลำดับและกลมกลืน ซึ่งการผนวกทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมลงไปจะเป็นกุญแจความสำเร็จในการสอน และเป็นสิ่งที่แตกต่างจากการสอนคณิตศาสตร์โดยทั่วไป

2. เป็นการสอนที่ใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียน ทั้งปัญหาที่นักเรียนเคยเผชิญหรือเคยมีส่วนร่วมในสถานการณ์ปัญหา หรือผลการวิเคราะห์ความต้องการของผู้อื่นมาเป็นสถานการณ์ที่ทำให้ต้องสร้างนวัตกรรมและใช้คณิตศาสตร์

3. เป็นการสอนที่กำหนดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) อย่างน้อยให้ถึงระดับการนำไปใช้ (Apply) นั่นคือ นักเรียนต้องมีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นอย่างดีก่อนที่จะลงมือสร้างนวัตกรรม เมื่อนำมาผนวกกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Skills & Process) และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนคณิตศาสตร์ (Mathematical Practices) จึงจะสามารถส่งเสริมให้เกิดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมในรายวิชาคณิตศาสตร์ได้

4. เป็นการสอนที่เด่นชัดด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Connection) ในประเด็นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงผ่านการนำความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปใช้สร้างนวัตกรรมที่นำไปใช้ในชีวิตจริงได้

5. เป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนอธิบายได้ว่าใช้ความรู้คณิตศาสตร์ใดในการพัฒนานวัตกรรม และใช้ความรู้วิชาใดบ้างมาช่วยสนับสนุนให้การสร้างนวัตกรรมประสบความสำเร็จ

6. เป็นการสอนที่ดำเนินการสอนและติดตามความก้าวหน้าของนักเรียนในการพัฒนานวัตกรรมเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง ไม่ใช่การมอบหมายให้นักเรียนสร้างชิ้นงานมาส่งเพียงอย่างเดียวโดยปราศจากการตรวจสอบความก้าวหน้าในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์และการเกิดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม

โดยสรุปแล้ว การสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมมีลักษณะสำคัญ คือ เป็นการสอนที่มีลำดับขั้นตอนชัดเจน มีการกำหนดเป้าหมายที่การสร้างนวัตกรรมและวางแผนที่จะผนวกทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมลงไปในกระบวนการสอนอย่างกลมกลืน โดยเริ่มต้นจากสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนที่จำเป็นต้องสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหา นั้น มีการเตรียมผู้เรียนให้เกิดความเข้าใจแนวคิดหรือเนื้อหาคณิตศาสตร์นั้น ๆ อย่างถ่องแท้ก่อนที่จะลงมือสร้างนวัตกรรม ผ่านการใช้ทักษะสำคัญ คือ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ร่วมกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าใช้ความรู้คณิตศาสตร์อย่างไรและมีองค์ความรู้อื่นใดบ้างที่ช่วยสนับสนุนให้การสร้างนวัตกรรมประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ เป็นการสอนและติดตามความก้าวหน้าของนักเรียนเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง ไม่ใช่การมอบหมายให้นักเรียนสร้างนวัตกรรมมาส่งเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ สรุปลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมจะมีลักษณะสำคัญตามที่ผู้เขียนนำเสนอไว้ แต่ยังมีกุญแจสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนที่จะเอื้อต่อการสอนคณิตศาสตร์ตามลักษณะข้างต้น ซึ่งผู้เขียนขอเสนอไว้เป็นแนวทางการปฏิบัติดังตารางที่ 1 (Siphai, 2021; OBEC & SRRU, 2023)

ตารางที่ 1 บทบาทครูและนักเรียนที่สำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดเชิงนวัตกรรม

บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. จัดเตรียมสถานการณ์ปัญหาหรือความต้องการของผู้ใช้ที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์ตรงในสถานการณ์นั้น ๆ	1. เสนอความสนใจในปัญหาที่ครูนำเสนอในรูปแบบการสร้างนวัตกรรม
2. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดทั้งทางคณิตศาสตร์และการสร้างนวัตกรรม	2. ฝึกฝนการคิดทางคณิตศาสตร์เรื่องนั้น ๆ ให้ชำนาญและมองหาแนวทางการนำไปใช้สร้างนวัตกรรม
3. เข้าใจและเลือกใช้วิธีการสอนที่สอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม	3. ติดตามกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนและกำกับการเรียนรู้ของตนเองอย่างใกล้ชิด
4. ออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ ใบงาน แบบฝึกหัด หรือใบกิจกรรมที่เน้นความเข้าใจและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับการสร้างนวัตกรรม	4. ปฏิบัติงานทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ด้วยความตั้งใจ และเชื่อมโยงแนวคิดที่ได้จากการปฏิบัติสู่การสร้างนวัตกรรม
5. ประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมเป็นระยะและให้ข้อเสนอแนะเชิงสร้างสรรค์ในทันที	5. ตรวจสอบผลการเรียนรู้ของตนเองด้านการคิด การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ การสร้างนวัตกรรม เพิ่มเติมจากคะแนนสอบ

จากลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมทั้ง 6 ข้อ ครูผู้สอนสามารถเลือกใช้รูปแบบหรือกระบวนการที่สอดคล้องกันได้อย่างหลากหลาย แต่ในบทความนี้ ผู้เขียนขอยกตัวอย่างการสอนคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนรู้ผ่านการคิดขั้นสูง 5 ขั้นตอน (GPAS 5 Steps) และกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน (Co-5 STEPs) ไว้เป็นแนวทาง ดังนี้

กระบวนการเรียนรู้ผ่านการคิดขั้นสูง 5 ขั้นตอน

เป็นกระบวนการที่มีรากฐานจากกระบวนการคิดขั้นสูง GPAS มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องสัมพันธ์ 5 ขั้นตอน ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมจะมีลักษณะดังนี้ (Bureau of Educational Innovation Development, 2008; Institute of Academic Development, 2021; Tanyarattanasrisakul, 2023; OBEC & SRRU, 2023)

ขั้นที่ 1 สังเกตและรวบรวมข้อมูล (Gathering: G) เป็นขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เห็นคุณค่าและความสำคัญของเนื้อหาวิชาหรือสาระการเรียนรู้ พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์ปัญหาที่พบในชีวิตจริงให้เข้าใจถึงสาเหตุของปัญหา ประเมินความคุ้มค่าของการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหา และเลือกแนวทางการแก้ปัญหาด้วยนวัตกรรมที่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา ขั้นนี้สอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมองค์ประกอบที่ 1 ความสามารถในการวิเคราะห์บริบท และสอดคล้องกับลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมโดยเป็นการสอนที่ใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียนมาจุดประกายการสร้างนวัตกรรม

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์และสรุปความรู้ (Processing: P) เป็นขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ และนำความรู้ที่ไปเชื่อมโยงกับกระบวนการพัฒนานวัตกรรมผ่านการโค้ช และการชี้แนะของครู เพื่อการออกแบบ สร้างทางเลือก ตัดสินใจ วางแผนขั้นตอนการปฏิบัติงานหรือแนวทางการปรับปรุงนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพ ขั้นนี้สอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมองค์ประกอบที่ 2 ความสามารถในการสร้างแนวคิด และสอดคล้องกับลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมโดยเป็นการสอนที่เด่นชัดด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในประเด็นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง อีกทั้งเป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนอธิบายได้ว่าใช้ความรู้คณิตศาสตร์ใดในการพัฒนานวัตกรรม และใช้ความรู้วิชาใดบ้างมาช่วยสนับสนุนให้การสร้างนวัตกรรมประสบความสำเร็จ

ขั้นที่ 3 ประยุกต์และสร้างองค์ความรู้ (Applying and Constructing the Knowledge: A1) เป็นขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียนนำความรู้จากการเรียนในขั้นที่ 2 ไปใช้สร้างนวัตกรรมผ่านกระบวนการกลุ่ม ร่วมกันตรวจสอบคุณสมบัติความเป็นนวัตกรรม รวมทั้งทำการทดสอบคุณภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานนวัตกรรม นำผลการสะท้อนมาสังเคราะห์แนวทางปรับปรุงแก้ไข และกลับไปปรับปรุงแก้ไขนวัตกรรมจนมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งจะทำให้ได้นวัตกรรมที่สมบูรณ์ ขั้นนี้สอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมองค์ประกอบที่ 3 ความสามารถในการร่วมมือกับผู้อื่น และองค์ประกอบที่ 4 ความสามารถในการสะท้อน อีกทั้งยังสอดคล้องกับลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมโดยเป็นการสอนที่กำหนดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยอย่างน้อยให้ถึงระดับการนำไปใช้

ขั้นที่ 4 การใช้ทักษะการสื่อสาร (Applying the Communication Skills: A2) เป็นขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียนคิดหาวิธีการและนำเสนอร่องรอยการคิดทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหา คณิตศาสตร์ที่เรียนว่านำมาใช้ในการพัฒนานวัตกรรมอย่างไร นำเสนอร่องรอยการทำงาน การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ ด้วยวิธีการต่าง ๆ รวมทั้ง นำเสนอผลการนำนวัตกรรมไปใช้ประโยชน์ในสังคม ขั้นนี้ สอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมองค์ประกอบที่ 5 ความสามารถในการสื่อสาร อีกทั้งยัง สอดคล้องกับลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมโดยเป็นการสอนที่เด่นชัดด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนอธิบายได้ว่าใช้ความรู้ คณิตศาสตร์ใดในการพัฒนานวัตกรรม พร้อมทั้งใช้ความรู้วิชาใดบ้างมาช่วยสนับสนุนให้การสร้าง นวัตกรรมประสบความสำเร็จ

ขั้นที่ 5 ควบคุมตนเอง (Self-Regulating: S) เป็นขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียน ทำการประเมินเชิงระบบเพื่อให้เห็นจุดอ่อนจุดแข็งของกระบวนการทำงาน ทีมงานและตนเอง และเสนอ แนวทางปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยใช้ฐานคิดจากข้อเสนอแนะที่ได้จากการนำเสนอ ผลงานนวัตกรรม ทั้งในมิติการเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์และมิติผลงานนวัตกรรม ขั้นนี้สอดคล้องกับ ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมองค์ประกอบที่ 6 ความสามารถในการประเมิน

จากกระบวนการเรียนรู้ผ่านการคิดขั้นสูง 5 ขั้นตอน จะเห็นว่าเป็นการสอนที่มีลำดับขั้นตอน ชัดเจน และมีเป้าหมายที่สร้างนวัตกรรมของนักเรียน แต่ละขั้นตอนการสอนจะส่งเสริมให้เกิดทักษะการ คิดเชิงนวัตกรรม นักเรียนจะเริ่มสร้างนวัตกรรมตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบและได้รับการติดตามความ ก้าวหน้าเมื่อจบการสอนในแต่ละขั้น สอดคล้องกับลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิด เชิงนวัตกรรมโดยเป็นการสอนที่มีลำดับขั้นตอนชัดเจนไม่สับสน และมีเป้าหมายที่การสร้างนวัตกรรม ของนักเรียน โดยกิจกรรมการเรียนการสอนจะผนวกทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมแต่ละองค์ประกอบอย่าง กลมกลืน และเป็นการสอนที่ดำเนินการสอนและติดตามความก้าวหน้าของนักเรียนในการพัฒนา นวัตกรรมเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง

โดยสรุปแล้วการสอนคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนรู้ผ่านการคิดขั้นสูง 5 ขั้นตอน หรือ GPAS 5 Steps ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม จะดำเนินการอย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กันทั้ง 5 ขั้นตอน โดย ขั้นที่ 1 ทำให้เกิดความสามารถในการวิเคราะห์บริบท ขั้นที่ 2 ทำให้เกิดความสามารถในการสร้างแนวคิด ขั้นที่ 3 ทำให้เกิดความสามารถในการร่วมมือกับผู้อื่นและความสามารถในการสะท้อน ขั้นที่ 4 ทำให้เกิด ความสามารถในการสื่อสาร และขั้นที่ 5 ทำให้เกิดความสามารถในการประเมิน ซึ่งนักเรียนจะสร้าง นวัตกรรมควบคู่ไปกับการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์

กระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน

เป็นแนวการสอนซึ่งตั้งอยู่บนฐานวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2556 โดย รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชคุปต์ ดัดแปลงจากบันได 5 ขั้นของหลักสูตรในโรงเรียนมาตรฐานสากล เป็นกระบวนการที่เน้นให้นักเรียนได้ร่วมมือกันทำงาน ช่วยเหลือกันและกัน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ เกิดความเสมอภาค (Equity) ในการเรียนรู้ ผ่านกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (Dechakup, Yindeesuk, & Chantraukrit, 2023) ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมจะมี ลักษณะดังนี้

ขั้นที่ 1 เสนอสิ่งเร้าและรวมพลังระบุคำถามสำคัญ (Stimulating and Key Questioning Collaboratively) เป็นขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ที่ครูทบทวนความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว จากนั้นตั้งคำถามให้นักเรียนสงสัยผ่านการยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานั้น ๆ และสร้างข้อสงสัยว่าจะนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหานั้นอย่างไร ขั้นนี้สอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมองค์ประกอบที่ 1 ความสามารถในการวิเคราะห์บริบท และสอดคล้องกับลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมโดยเป็นการสอนที่ใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียนมาจุดประกายการสร้างนวัตกรรม เป็นการสอนที่เด่นชัดด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในประเด็นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง และเป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนอธิบายได้ว่าใช้ความรู้คณิตศาสตร์ใดในการพัฒนานวัตกรรม รวมทั้งใช้ความรู้วิชาใดบ้างมาช่วยสนับสนุนให้การสร้างนวัตกรรมประสบความสำเร็จ

ขั้นที่ 2 รวมพลังแสวงหาสารสนเทศและวิเคราะห์ (Searching and Analyzing Collaboratively) เป็นขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ที่ครูนำเสนอสาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ให้ตัวอย่างที่เกี่ยวข้อง เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติทางคณิตศาสตร์จนมีความเข้าใจและใช้คณิตศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่วแล้ว ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนออกแบบและสร้างนวัตกรรมที่แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ได้ร่วมกันศึกษาในขั้นที่ 1 ขั้นนี้สอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมองค์ประกอบที่ 2 ความสามารถในการสร้างแนวคิด และสอดคล้องกับลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมโดยเป็นการสอนที่กำหนดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยอย่างน้อยให้ถึงระดับการนำไปใช้

ขั้นที่ 3 ขั้นรวมพลังอภิปรายและสร้างความรู้ (Discussing and Constructing Collaboratively) เป็นขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียนร่วมกันสรุปและอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากขั้นที่ 2 ซึ่งเป็นองค์ความรู้เชิงหลักการมากกว่าการบอกเล่าบทนิยามหรือทฤษฎีบท และร่วมกันวิเคราะห์ว่าคณิตศาสตร์ที่เรียนนั้นสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนในของการพัฒนานวัตกรรมได้บ้าง พร้อมทั้งระบุดองค์ความรู้ในวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนักเรียนทำแบบฝึกหัด ใบกิจกรรม หรืองานทางคณิตศาสตร์ที่ฝึกให้นักเรียนคิดและใช้คณิตศาสตร์ในขั้นตอนการพัฒนานวัตกรรมที่สอดคล้องจนชำนาญ ทั้งนี้ อาจเป็นลักษณะของการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระบุเนื้อหาสาระวิชาอื่น ๆ ที่นำมาใช้ได้ อย่างครอบคลุม หรืองานที่มีเป้าหมายให้นักเรียนเห็นแนวทางการใช้คณิตศาสตร์และระบุดองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนานวัตกรรม และให้นักเรียนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ขั้นนี้สอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมองค์ประกอบที่ 2 ความสามารถในการสร้างแนวคิด และสอดคล้องกับลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมโดยเป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนอธิบายได้ว่าใช้ความรู้คณิตศาสตร์ใดในการพัฒนานวัตกรรม รวมทั้งใช้ความรู้วิชาใดบ้างมาช่วยสนับสนุนให้การสร้างนวัตกรรมประสบความสำเร็จ

ขั้นที่ 4 รวมพลังสื่อสารและคิดสะท้อน (Communicating and Reflecting Collaboratively) เป็นขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียนนำผลการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากการนำเสนอในขั้นที่ 3 มาอภิปรายร่วมกันเพื่อพัฒนาแนวคิดการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรม หรือระบุดองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น ขั้นนี้สอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมองค์ประกอบที่ 2

ความสามารถในการสร้างแนวคิด และสอดคล้องกับลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมโดยเป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนอธิบายได้ว่าใช้ความรู้คณิตศาสตร์ใดในการพัฒนานวัตกรรม รวมทั้งใช้ความรู้วิชาใดบ้างมาช่วยสนับสนุนให้การสร้างนวัตกรรมประสบความสำเร็จ

ขั้นที่ 5 รวมพลังประยุกต์และตอบแทนสังคม (Applying and Serving Collaboratively) เป็นขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียนร่วมกันสร้างนวัตกรรมตามแผนการที่วางไว้ โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนและได้รับการพัฒนาจนมีความสมบูรณ์ในขั้นที่ 4 เป็นหลัก ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องในรายวิชาต่าง ๆ เข้ามาสนับสนุนการสร้างนวัตกรรมให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น การสร้างสื่อประชาสัมพันธ์นวัตกรรม นำนวัตกรรมไปใช้ในสังคมสอบถามผู้ใช้งานเพื่อการสะท้อนคิด และประเมินผลสำเร็จของการพัฒนานวัตกรรมในมิติต่าง ๆ ขั้นนี้สอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมองค์ประกอบที่ 3 ความสามารถในการร่วมมือกับผู้อื่น องค์ประกอบที่ 4 ความสามารถในการสื่อสาร องค์ประกอบที่ 5 ความสามารถในการสะท้อน และองค์ประกอบที่ 6 ความสามารถในการประเมิน

จากกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน จะเห็นว่าเป็นการสอนที่มีลำดับขั้นตอนชัดเจน และมีเป้าหมายที่สร้างนวัตกรรมของนักเรียน แต่ละขั้นตอนการสอนจะส่งเสริมให้เกิดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม นักเรียนจะเริ่มสร้างนวัตกรรมตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบและได้รับการติดตามความก้าวหน้าเมื่อจบการสอนในแต่ละขั้น สอดคล้องกับลักษณะการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมโดยเป็นการสอนที่มีลำดับขั้นตอนชัดเจนไม่สับสน และมีเป้าหมายที่การสร้างนวัตกรรมของนักเรียน โดยกิจกรรมการเรียนการสอนจะผนวกทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมแต่ละองค์ประกอบอย่างกลมกลืน และเป็นการสอนที่ดำเนินการสอนและติดตามความก้าวหน้าของนักเรียนในการพัฒนานวัตกรรมเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง

โดยสรุปแล้ว การสอนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน หรือ Co-5 STEPs ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมจะดำเนินการต่อเนื่องสัมพันธ์กันทั้ง 5 ขั้นตอน ภายใต้กระบวนการร่วมมือของกลุ่มนักเรียนทุกขั้นตอน โดยขั้นที่ 1 ทำให้เกิดความสามารถในการวิเคราะห์บริบท ขั้นที่ 2-4 ทำให้เกิดความสามารถในการสร้างแนวคิด และขั้นที่ 5 ทำให้เกิดความสามารถในการร่วมมือกับผู้อื่น ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการสะท้อน และความสามารถในการประเมิน แต่มีความแตกต่างไปจากกระบวนการเรียนรู้ผ่านการคิดขั้นสูง 5 ขั้นตอน ตรงที่นักเรียนจะได้ลงมือสร้างนวัตกรรมจนถึงนำนวัตกรรมไปใช้ในขั้นที่ 5 ซึ่งต้องอาศัยการเรียนรู้แบบนำตนเอง (Self-Directed Learning) ในบางส่วน

ความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกับกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

หัวข้อนี้ ผู้เขียนขอเสนอให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาทางคณิตศาสตร์หรือสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกับกระบวนการพัฒนานวัตกรรม โดยจะอธิบายความหมายของกระบวนการพัฒนานวัตกรรม และเชื่อมโยงแต่ละขั้นตอนของกระบวนการกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ไว้เป็นแนวทางดังนี้

กระบวนการพัฒนานวัตกรรม (Innovation Development Process: IDP) เป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาให้ได้มาซึ่งนวัตกรรม โดยทั่วไปแล้วมีขั้นตอนที่คล้ายคลึงกันทั้งกระบวนการที่ใช้ในประเทศและต่างประเทศ ทั้งนี้ ผู้เขียนได้ทำการสังเคราะห์จากแนวคิดของ Sinlarat (2017); CDIO (2022); Zabalawi, Kordahji, and Mourdaa (2022) และ Tanyarattanasrisakul (2023) จำแนกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

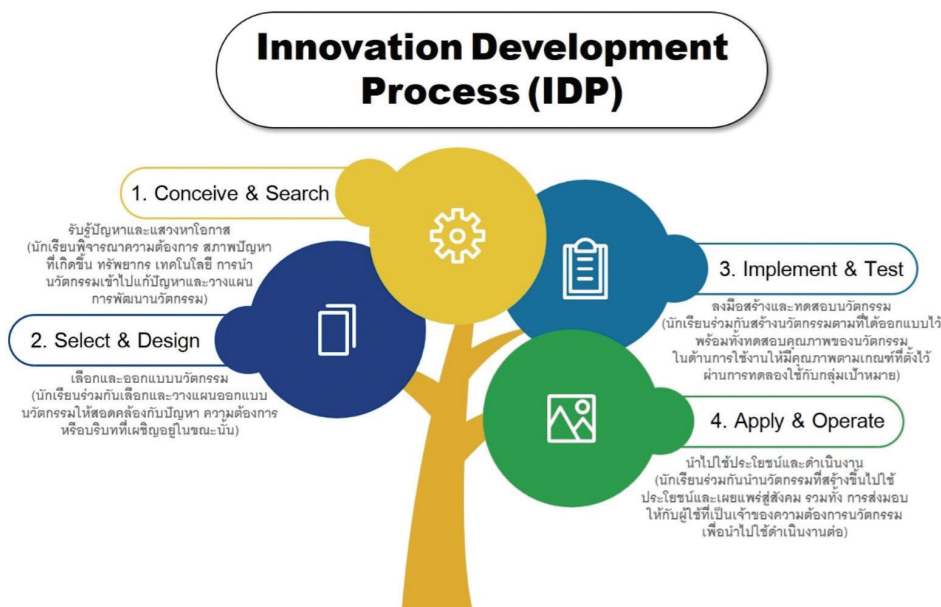
ขั้นที่ 1 รับรู้ปัญหาและแสวงหาโอกาส (Conceive & Search) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าผู้ใช้นวัตกรรมต้องการอะไร วิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น พิจารณาว่าจะนำนวัตกรรมเข้าไปในส่วนใดของปัญหา พิจารณาความเพียงพอของทรัพยากรและเทคโนโลยีที่มีอยู่ วางแผนการพัฒนาและเลือกกลยุทธ์หรือวิธีการที่สามารถนำมาใช้ในการดำเนินการพัฒนานวัตกรรม

ขั้นที่ 2 เลือกและออกแบบนวัตกรรม (Select & Design) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันเลือกและวางแผนออกแบบนวัตกรรมให้สอดคล้องกับปัญหา ความต้องการ หรือบริบทที่เผชิญอยู่ในขณะนั้น ซึ่งนักเรียนอาจแสดงการออกแบบนวัตกรรมผ่านภาพวาด แผนภาพทั้งแบบสองมิติและสามมิติ

ขั้นที่ 3 ลงมือสร้างและทดสอบนวัตกรรม (Implement & Test) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันสร้างนวัตกรรมตามที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งทดสอบคุณภาพของนวัตกรรมในด้านการใช้งานให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผ่านการทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นที่ 4 นำไปใช้ประโยชน์และดำเนินงาน (Apply & Operate) หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปใช้ประโยชน์และเผยแพร่สู่สังคม รวมทั้ง ส่งมอบให้กับผู้ใช้ที่เป็นเจ้าของความต้องการนวัตกรรมเพื่อนำไปใช้ดำเนินงานต่อหากนวัตกรรมนั้นเกิดจากความต้องการของผู้ใช้

สรุปกระบวนการพัฒนานวัตกรรมได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กระบวนการพัฒนานวัตกรรม

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (Office of the Basic Education Commission, 2017) จะพบว่าเนื้อหาทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในกระบวนการพัฒนานวัตกรรมได้ แต่ไม่จำเป็นที่เนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งจะถูกใช้ในทุกขั้นตอนของกระบวนการพัฒนานวัตกรรม จุดนี้ครูผู้สอนต้องเข้าใจว่าเนื้อหาที่กำลังสอนอยู่นั้น นักเรียนสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนใดได้บ้าง แสดงตัวอย่างการนำเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในกระบวนการพัฒนานวัตกรรมดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้แกนกลางกับกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

สาระ	ตัวอย่างสาระการเรียนรู้ แกนกลาง	ขั้นตอนในกระบวนการ พัฒนานวัตกรรมที่เกี่ยวข้อง
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริงอัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้ จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความ สัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ย และมูลค่าของเงิน ลำดับ และอนุกรม และการนำความรู้ เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ ในสถานการณ์ต่าง ๆ	- การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน - การบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม - ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ - อัตราส่วน - เลขยกกำลัง - จำนวนจริง - ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน	ขั้นที่ 1 รับรู้ปัญหาและแสวงหาโอกาส (ใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณราคา จำนวนสิ่งของหรืออุปกรณ์ที่ต้องใช้ ในการสร้างนวัตกรรม) ขั้นที่ 4 นำไปใช้ประโยชน์และ ดำเนินงาน (ใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณกำไร ขาดทุนจากการนำนวัตกรรมไปต่อยอด ในเชิงธุรกิจ) และขั้นอื่น ๆ
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึก ภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลง ทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อน ขนาน การสะท้อน การหมุน และ การนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและ เรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ	- ความยาว - น้ำหนัก - ปริมาตรและความจุ - การวัดและสร้างมุม - รูปเรขาคณิตสองมิติ - พื้นที่ผิวและปริมาตร - การสร้างทางเรขาคณิต - มิติสัมพันธ์ของรูป เรขาคณิต - การแปลงทางเรขาคณิต	ขั้นที่ 2 เลือกและออกแบบนวัตกรรม (ใช้คณิตศาสตร์ในการสร้าง แบบร่างหรือโมเดลจำลอง ของนวัตกรรมที่สนใจ) ขั้นที่ 3 ลงมือสร้างและทดสอบ นวัตกรรม (ใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างนวัตกรรม การประดิษฐ์ การประกอบ ส่วนต่าง ๆ หรือการตกแต่งเพื่อเพิ่มมูลค่าและคุณค่า ให้กับนวัตกรรมที่ได้ร่างแบบไว้) และขั้นอื่น ๆ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สาระ	ตัวอย่างสาระการเรียนรู้ แกนกลาง	ขั้นตอนในกระบวนการ พัฒนานวัตกรรมที่เกี่ยวข้อง
สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทาง สถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอ และแปลผลสำหรับข้อมูลเชิง คุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการ นับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ	- การนำเสนอข้อมูล - สถิติ - ความน่าจะเป็น - หลักการนับเบื้องต้น	ขั้นที่ 1 รับรู้ปัญหาและแสวงหาโอกาส (ใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณโอกาสที่ จะแก้ปัญหาได้สำเร็จ ซึ่งได้จากการ ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยนวัตกรรม หลาย ๆ วิธีการ) ขั้นที่ 3 ลงมือสร้างและทดสอบ นวัตกรรม (ใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณผลการ ทดสอบคุณภาพนวัตกรรมเทียบกับ เกณฑ์การยอมรับคุณภาพนวัตกรรมใน รูปแบบของค่าเฉลี่ย เลขคณิต ฐานนิยม หรือมัธยฐาน เป็นต้น และนำเสนอผล การทดสอบในรูปแบบที่หลากหลาย) และขั้นอื่น ๆ
สาระแคลคูลัส (เพิ่มเติม) เรียนรู้เกี่ยวกับลิมิต และความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต และการนำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัส ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ	- แคลคูลัสเบื้องต้น (การ ประยุกต์อนุพันธ์และการ ประยุกต์ปริพันธ์จำกัดเขต)	ขั้นที่ 2 เลือกและออกแบบนวัตกรรม (ใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณค่าใช้จ่าย น้อยที่สุด การออกแบบนวัตกรรมภายใต้ ใต้เงื่อนไขค่าสูงสุดต่ำสุด หรือการ คำนวณพื้นที่สำหรับการทาสี เป็นต้น) ขั้นที่ 4 นำไปใช้ประโยชน์และ ดำเนินงาน (ใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณยอดขาย นวัตกรรม กำไรที่จะได้รับ หรือต้นทุน น้อยที่สุด เป็นต้น) และขั้นอื่น ๆ

จากตารางที่ 2 สะท้อนให้เห็นว่าสาระการเรียนรู้แกนกลางหรือในความหมายเดียวกันกับเนื้อหา
 คณิตศาสตร์ สามารถนำไปใช้ในกระบวนการพัฒนานวัตกรรมได้ในลักษณะที่ต่างกัน ในอีกมุมหนึ่งครู
 ผู้สอนอาจพิจารณาวางแผนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมจากเนื้อหา
 ที่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการพัฒนานวัตกรรมได้โดยง่ายและอยู่ในขอบข่ายรายวิชาที่รับผิดชอบ
 แต่อย่างใดก็ตาม เมื่อนักเรียนสามารถนำเนื้อหาคณิตศาสตร์บูรณาการหรือผนวกเข้ากับกระบวนการ
 พัฒนานวัตกรรมได้แล้ว ครูผู้สอนอาจเพิ่มเนื้อหา เพิ่มความเข้มข้นของระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ หรือ
 เพิ่มความเข้มข้นของการเชื่อมโยงให้สูงขึ้นโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์
 ต่าง ๆ

บทสรุป

ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม เป็นทักษะสำคัญหนึ่งซึ่งสอดรับทักษะในศตวรรษที่ 21 และยังสอดคล้องกับการศึกษาตามแนวคิดประเทศไทย 4.0 ซึ่งนักเรียนยุคใหม่ควรมีทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม และสามารถนำไปใช้ได้อย่างคล่องแคล่วในการสร้างนวัตกรรม การสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะนี้ จึงไม่อาจใช้วิธีการหรือลักษณะการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องสอดแทรกทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมซึ่งเป็นการคิดที่มีขั้นตอนต่อเนื่องสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นทั้งกฎความสำเร็จและสิ่งที่แตกต่างไปจากการสอนคณิตศาสตร์โดยทั่วไป หรืออาจมองว่าการสร้างนวัตกรรมเป็นหนึ่งในงานทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องบรรลุให้ชั้นเรียนผ่านการปฏิบัติและการประยุกต์ใช้ความรู้ที่มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นหลักและอาศัยความรู้ในวิชาอื่น ๆ เข้ามาสนับสนุนจนนักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสามารถผลงานนวัตกรรมได้ การสอนคณิตศาสตร์ลักษณะนี้จึงเป็นการสอนที่กลมกลืนไปกับการสอนในห้องเรียนตามปกติ มีความคล่องตัว สร้างความเสมอภาคและความเท่าเทียมทางการศึกษา ทำให้นักเรียนทุกคนในโรงเรียนมีโอกาสมากขึ้นที่จะได้รับการพัฒนาและสามารถสร้างนวัตกรรมได้ในที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- Australian National Training Authority. (2002). *Innovation ideas that work for training package developers*. Brisbane Queensland: Author.
- Bureau of Educational Innovation Development. (2008). *Thinking development "Using the GPAS process"*. Bangkok, Thailand: Educational Management Innovation Development. [in Thai]
- CDIO. (2022). *The CDIO™ INITIATIVE is an innovative educational framework for producing the next generation of engineers*. Retrieved from <http://www.cdio.org/about>
- Dechakup, P., Yindeesuk, P., & Chantraukrit, P. (2023). *Active learning strengthens performance*. Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Hussein, H. B. (2023). Global trends in mathematics education research. *International Journal of Research in Educational Sciences*, 6(2), 309-319.
- Institute of Academic Development. (2021). *Active learning management to innovation with higher thinking system process by GPAS 5 steps for mathematics learning group*. Bangkok, Thailand: Author. [in Thai]
- Kholikova, D. M. (2021). Development of innovative thinking skills in higher education students. *International Scientific Journal Theoretical & Applied Science*, 98(6), 549-552. doi:10.15863/TAS.2021.06.98.64
- Lazuardi, A. R., Slamim, & Dafik. (2021). The analysis of students' creative-innovative thinking skills in solving total dominator coloring under the implementation of research-based learning model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1836(1), 012058. doi:10.1088/1742-6596/1836/1/012058
- Mubarak, Z. K., & Selimin, M. A. (2023). Significance of innovative learning skills in the era of education 4.0. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 14(3), 339-352.

- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions: ensuring mathematical success for all*. Reston, VA: Author.
- Office of the Basic Education Commission, & Surindra Rajabhat University. (2023). *The development of active learning management competency with GPAS 5 Steps advanced thinking process of teachers to create student's innovation*. Bangkok, Thailand: Bureau of Educational Innovation Development. [in Thai]
- Office of the Basic Education Commission. (2017). *Indicators and core content of mathematics learning group (Revised edition 2017) according to the Basic Education Core Curriculum 2008*. Bangkok, Thailand: The Secretariat of the House of Representatives. [in Thai]
- Office of the Education Council. (2017) *The National Scheme of Education B.E. 2560-2579 (2017-2036)*. Bangkok: Prigwan Graphic. [in Thai]
- Office of the National Economic and Social Development Council. (2018). *National strategy B.E. 2561-2580 (A.D 2018-2037) published in the government gazette*. Retrieved from http://nscr.nesdc.go.th/wp-content/uploads/2023/06/NS_PlanOct2018.pdf [in Thai]
- Royal Academy. (2013). *Dictionary of educational terminology*. Bangkok, Thailand: Arun Printing. [in Thai]
- Sinlarat, P. (2017). A new paradigm shift: Thai teachers can effectively teach 4.0 children. In S. Donprasit (Ed.), *Academic Conference of Teachers Council 2017* (3-18). Bangkok, Thailand: OTEP. [in Thai]
- Siphai, S. (2021). Productivity research for higher education students. In P. Sinlarat, & N. Meesaen (Eds.), *Productive education: teaching and learning to create productivity and innovation* (166-177). Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Sulistiyono, B., Slamini, Dafik, Wangguway, Y., & Jabbar, Z. L. AL. (2020). Students' creative-innovative thinking skill in solving rainbow antimagic coloring under research-based learning model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1538(1), 012096. doi:10.1088/1742-6596/1538/1/012096
- Tanyarattanasrisakul, M. (2023). Learning management by GPAS 5 steps process to enhance students' innovators at the basic education level. *Journal of Education and Innovative Learning*, 3(1), 71-87. [in Thai]
- Tanyarattanasrisakul, M., Rodyoo, M., Sriprom, S., & Chaowatthanakun, K. (2022). The development of mathematical connection and innovative thinking skills of matthayomsuksa 6 students by using GPAS 5 steps learning process through professional learning community. *Journal for Social Science Research*, 13(2), 129-149. [in Thai]
- Taylor, S. P. (2017). What is innovation? A study of the definitions, academic models and applicability of innovation to an example of social housing in England. *Open Journal of Social Sciences*, 5(11), 128-146. doi:10.4236/jss.2017.511010
- Tiyaswati, I., Sarwanto, & Sukarmin. (2021). Students' creative and innovation skill on chapter of Newton's law using SSCS learning model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 012120. doi:10.1088/1742-6596/1806/1/012120
- Yiğ, K. G. (2022). Research trends in mathematics education: A quantitative content analysis of major journals 2017-2021. *Journal of Pedagogical Research*, 6(3), 137-153.
- Zabalawi, I., Kordahji, H., & Mourdaa, R. (2022). The 'New' normal of business education in a post COVID era: The CDIO approach. In A. Badran, E. Baydoun, J. Mesmar (Eds.), *Higher education in the Arab world* (115-150). New York, NY: Springer.

