

Research Article

นวัตกรรมการพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

INNOVATION FOR THE DEVELOPMENT OF PRIMARY SCHOOL IN SCIENCE, MATHEMATICS, AND TECHNOLOGY

สมควร รัชตวิมล* ทนง ทองภูเบศร์ และ ทศนีย์ ช่อเทียนทิพย์
วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Somkhuan Ratchatawimon*, Thanong Thongphubate and Tassanee Chotientip
College of Innovation Management, Rajamangala University of Technology

*E-mail: somkhuan.rat@rmutr.ac.th

Received: 2024-07-16

Revised: 2024-08-24

Accepted: 2024-08-2

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) วิเคราะห์การพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามมาตรฐาน สสวท. ของโรงเรียนที่มีนักเรียนตั้งแต่ 1-120 คน และ (2) สร้างนวัตกรรมพัฒนาโรงเรียนตามมาตรฐาน สสวท. การวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 374 โรงเรียน ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย และการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ จำนวน 12 คน เลือกด้วยวิธีเจาะจง ร่วมกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ได้แก่ (1) ผู้บริหารโรงเรียนที่อยู่ในโครงการโรงเรียนคุณภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามมาตรฐาน สสวท. จำนวน 5 คน (2) ผู้เชี่ยวชาญจาก สสวท. จำนวน 5 คน และ (3) ศึกษานิเทศก์ จำนวน 2 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแบบสอบถาม แบบบันทึกกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ และแบบประเมินนวัตกรรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า (1) ด้านการพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาในปัจจุบัน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน และ (2) ด้านนวัตกรรมพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษา พบว่า ได้นวัตกรรม “Six-G Innovation” ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ 27 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) ด้านนโยบายและการวางแผน (G1) 2) ด้านการสนับสนุน (G2) 3) ด้านการพัฒนาครู (G3) 4) ด้านการจัดการเรียนรู้ (G4) 5) ด้านการนิเทศ (G5) และ 6) ด้านการมีส่วนร่วม (G6) นวัตกรรมนี้ช่วยส่งเสริมการพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษา

ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านกระบวนการขับเคลื่อนด้วยวงจรคุณภาพ PDCA

คำสำคัญ : นวัตกรรม การพัฒนาโรงเรียนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนประถมศึกษา

ABSTRACT

This research aimed to (1) analyze the development of primary schools in science, mathematics, and technology according to the IPST standards in schools with 1-120 students, and (2) create an innovation for school development based on the IPST standards. A mixed-method research approach was employed, with a sample of 374 schools selected through simple random sampling for the quantitative part, and 12 key informants chosen through purposive sampling for the qualitative part, including participation in a Professional Learning Community (PLC) process. The key informants included (1) five school administrators from the Quality School Project in Science, Mathematics, and Technology according to IPST standards, (2) five experts from IPST, and (3) two educational supervisors. Research instruments included questionnaires, PLC process recording forms, and innovation evaluation forms. The data were analyzed using frequency, mean, and standard deviation for the quantitative data, and content analysis for the qualitative data. The research results revealed that (1) the current development of primary schools was at the highest level in all aspects, and (2) regarding the innovation for primary school development, the “Six-G Innovation” was developed, consisting of 6 components and 27 indicators: 1) Policy and Planning (G1), 2) Support (G2), 3) Teacher Development (G3), 4) Learning Management (G4), 5) Supervision (G5), and 6) Participation (G6). This innovation effectively promoted the development of primary schools in science, mathematics, and technology through the PDCA quality cycle.

Keywords : Innovation, Development of Schools in Science Mathematics and Technology, Primary Schools

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากกระแสโลกาภิวัตน์และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาอย่างก้าวกระโดดก่อให้เกิดนวัตกรรมอย่างพลิกผัน อาทิ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things : IoT) การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ หุ่นยนต์และโดรน เทคโนโลยีพันธุกรรมสมัยใหม่และเทคโนโลยีทางการเงิน เป็นต้น (Office of the Secretary of the National Strategy Committee Office of the National Economic and Social Development Board, 2018 : p.2) ซึ่งแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดดเหล่านี้จะเป็นปัจจัยสนับสนุนหลักที่จะช่วยให้เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมทั้งของโลกและของประเทศไทย มีแนวโน้มที่จะขยายตัว ได้รับการพัฒนาอย่างเข้มแข็งขึ้น โดยมีทรัพยากรมนุษย์เป็นปัจจัยสำคัญในการยกระดับการพัฒนาประเทศในทุกมิติไปสู่เป้าหมายการเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วที่ขับเคลื่อนโดยภูมิปัญญาและนวัตกรรมในอีก 20 ปีข้างหน้า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวางรากฐานการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศอย่างเป็นระบบ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาและยกระดับทรัพยากรมนุษย์ในทุกมิติและในทุกช่วงวัย ให้เป็นทรัพยากรมนุษย์ที่ดี เก่งและมีคุณภาพพร้อมขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศไปข้างหน้าได้อย่างเต็มศักยภาพ (Office of the Secretary of the National Strategy Committee Office of the National Economic and Social Development Board, 2018 : p.34)

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างนวัตกรรมการพัฒนาโรงเรียนระดับประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตามมาตรฐาน สสวท. เพื่อสร้างโอกาสให้กับโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กที่มีผู้เรียนเป็นเด็กและเยาวชนรุ่นใหม่ ที่จะต้องได้เรียนรู้ เข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้รู้เท่าทันและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง สังคมและประเทศต่อไป ทั้งยังเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อจะเรียนรู้ต่อไปในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา ด้วยการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan, D., & Brannick, T. (2017) และการใช้กระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC) โดยกำหนดเป้าหมายของการวิจัยเป็นโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก ซึ่งมีนักเรียนตั้งแต่ 120 คนลงมาที่เปิดสอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อให้โรงเรียนระดับประถมศึกษาดังกล่าวมีความเข้มแข็งทางวิชาการ มีความพร้อมในการให้บริการด้านการศึกษา และยกระดับคุณภาพการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะนำไปสู่การพัฒนาโรงเรียนระดับประถมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้เป็นโรงเรียนคุณภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ตามมาตรฐาน สสวท. และยังเกิดประโยชน์ให้กับผู้กำหนดนโยบาย

ผู้บริหารการศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษา ตลอดจนครูผู้สอนที่มีความเกี่ยวข้องกับโรงเรียนระดับประถมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถนำแนวคิดและนวัตกรรมการพัฒนาโรงเรียนระดับประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตามมาตรฐาน สสวท. ไปประยุกต์ใช้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าถึงการศึกษาอย่างมีคุณภาพ ได้รับการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี จนมีความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นในการพัฒนาประเทศไทยสู่ยุคประเทศไทย 4.0 เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ให้สูงขึ้น ลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา และเป็นการเพิ่มโอกาสการเข้าถึงการศึกษาเพิ่มกำลังคนที่มีศักยภาพด้านการคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และประกอบอาชีพในอนาคตได้

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อวิเคราะห์การพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตามมาตรฐาน สสวท. ของโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 120 คน ลงมาในปัจจุบัน
- 2) เพื่อสร้างนวัตกรรมการพัฒนาโรงเรียนระดับประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตามมาตรฐาน สสวท.

ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้มีหลายด้าน ได้แก่ กระทรวงศึกษาธิการสามารถนำนวัตกรรมการพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ตามมาตรฐานของ สสวท. ไปพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาให้เป็นโรงเรียนคุณภาพในด้านเหล่านี้ได้ ส่วนสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานสามารถนำนวัตกรรมดังกล่าวไปสู่การพัฒนาการศึกษาที่ยั่งยืนให้กับโรงเรียนประถมศึกษาในสังกัดได้ ผู้บริหารโรงเรียนประถมศึกษาสามารถนำนวัตกรรมนี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการศึกษาอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ นักวิชาการศึกษาและนักวิจัยด้านการศึกษาระดับประถมศึกษายังได้องค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับนวัตกรรมการพัฒนาโรงเรียนในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดในการวิจัยเพื่อหาองค์ความรู้ใหม่ต่อไปได้

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา ประกอบด้วย แนวคิดการพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาของ Hamel (2006) แนวคิดโรงเรียนประถมศึกษาคุณภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของ สสวท. แนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Coghlan & Brannick (2001) และแนวคิดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Office of Teacher and Educational Personnel Development, 2017)

ขอบเขตประชากร กลุ่มตัวอย่าง และผู้ให้ข้อมูลสำคัญ การวิจัยเชิงปริมาณ ประชากร คือ โรงเรียนประถมศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ไม่ได้อยู่ในโครงการโรงเรียนคุณภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามมาตรฐาน สสวท. และมีนักเรียน 1-120 คน จำนวน 14,476 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 374 โรงเรียน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยตารางของ Cohen et al. (2007) แหล่งข้อมูลการวิจัย คือ ผู้บริหารโรงเรียนประถมศึกษาในประชากรดังกล่าวจำนวน 1 คนต่อโรงเรียน รวมจำนวน 374 คน โดยใช้การสุ่มอย่างง่าย การวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ จำนวน 12 คน คือ ผู้บริหารโรงเรียนประถมศึกษาในการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ และผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่ได้รับการรับรองจาก สสวท.

ขอบเขตเวลา ระยะเวลาในการศึกษาวิจัย พ.ศ. 2567

บททวนแนวคิด

งานวิจัยนี้ใช้แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยแนวคิดต่อไปนี้

แนวคิดการพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดการพัฒนานวัตกรรม (Management Innovation) ของ Hamel (2006) ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) การมุ่งมั่นกับปัญหา เป็นการศึกษาสภาพปัจจุบัน และวิเคราะห์การจัดการเรียนการสอน ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของโรงเรียนประถมศึกษาในสังกัดสำนักงาน

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ไม่ได้อยู่ในโครงการโรงเรียนคุณภาพวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามมาตรฐาน สสวท. และมีจำนวนนักเรียน 1-120 คนในปัจจุบัน 2) การค้นหาหลักการใหม่ ด้วยการศึกษากิจการเรียนการสอนของโรงเรียนประถมศึกษาที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่สอนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามมาตรฐานของ สสวท. และ 3) การออกแบบนวัตกรรมการพัฒนา โดยการร่างนวัตกรรมพัฒนาโรงเรียนระดับประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามมาตรฐานของ สสวท.

แนวคิดโรงเรียนประถมศึกษาคุณภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี แนวคิดและเครื่องมือต่าง ๆ มาจาก สสวท. ซึ่งกำหนดมาตรฐานและตัวชี้วัดสำหรับโรงเรียนคุณภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อใช้เป็นกรอบแนวทางการพัฒนาและเครื่องมือในการติดตาม ประกอบด้วยมาตรฐาน 3 ด้าน ได้แก่ 1) มาตรฐานด้านคุณภาพนักเรียน มี 7 ตัวชี้วัด คือ (1) นักเรียนมีการคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหา (2) นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรม ผลงาน ชิ้นงาน สิ่งประดิษฐ์ หรือโครงการ ในกิจกรรมวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (3) นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ และการสื่อสาร ได้อย่างเหมาะสม (4) นักเรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สืบค้น และสร้างข้อความคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์

และแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และการคิดเชิงคำนวณ (5) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี อยู่ในเกณฑ์สูง - ระดับประถมศึกษา มีผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยรวม 3 สารการเรียนรู้ ร้อยละ 70 ขึ้นไป - ระดับมัธยมศึกษา มีค่า GPA เฉลี่ยรวม 3 สารการเรียนรู้ ตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไป (6) ผลการสอบ O-NET สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สูงกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ และ (7) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี **2) มาตรฐานด้านคุณภาพครู** มี 5 ตัวชี้วัด คือ (1) ครูมีความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเหมาะสมกับศักยภาพนักเรียน (2) ครูมีความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริม ทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี (3) ครูมีความสามารถในการเลือกใช้ หรือพัฒนาสื่อ เทคโนโลยีสารสนเทศ สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (4) ครูมีความสามารถในการวัด และประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้สารสนเทศ ทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหา และ (5) ครูมีการพัฒนาตนเอง เช่น การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี การพัฒนาด้านการวัด และประเมินผลการเรียนรู้ พัฒนาสื่อการเรียนรู้ และพัฒนาการทำวิจัยในชั้นเรียน **3) มาตรฐานด้านการบริหารจัดการโรงเรียน** มี 6 ตัวชี้วัด คือ (1) มีวิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมาย นโยบาย และแผนพัฒนาคุณภาพ สถานศึกษาที่ส่งเสริม ทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (2) มีกระบวนการบริหารจัดการ ในการนำแผนพัฒนาคุณภาพสถานศึกษาสู่ การปฏิบัติ ทบทวนและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีเครือข่ายร่วมพัฒนาโรงเรียน (3) มีการบริหาร การจัดการที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ก่อให้เกิด ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของโครงการตามแผนพัฒนา คุณภาพสถานศึกษา (4) มีการใช้ชุมชนแห่ง การเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อส่งเสริม ทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี (5) ส่งเสริม สนับสนุน ยกย่อง เชิดชูเกียรติ และให้ขวัญกำลังใจ ครูและนักเรียนในโรงเรียน ที่มีผลงานดีเด่นด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และ (6) มีสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ เช่น หนังสือเรียน คู่มือครู ห้องปฏิบัติการ เครือข่าย อินเทอร์เน็ตที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ทาง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

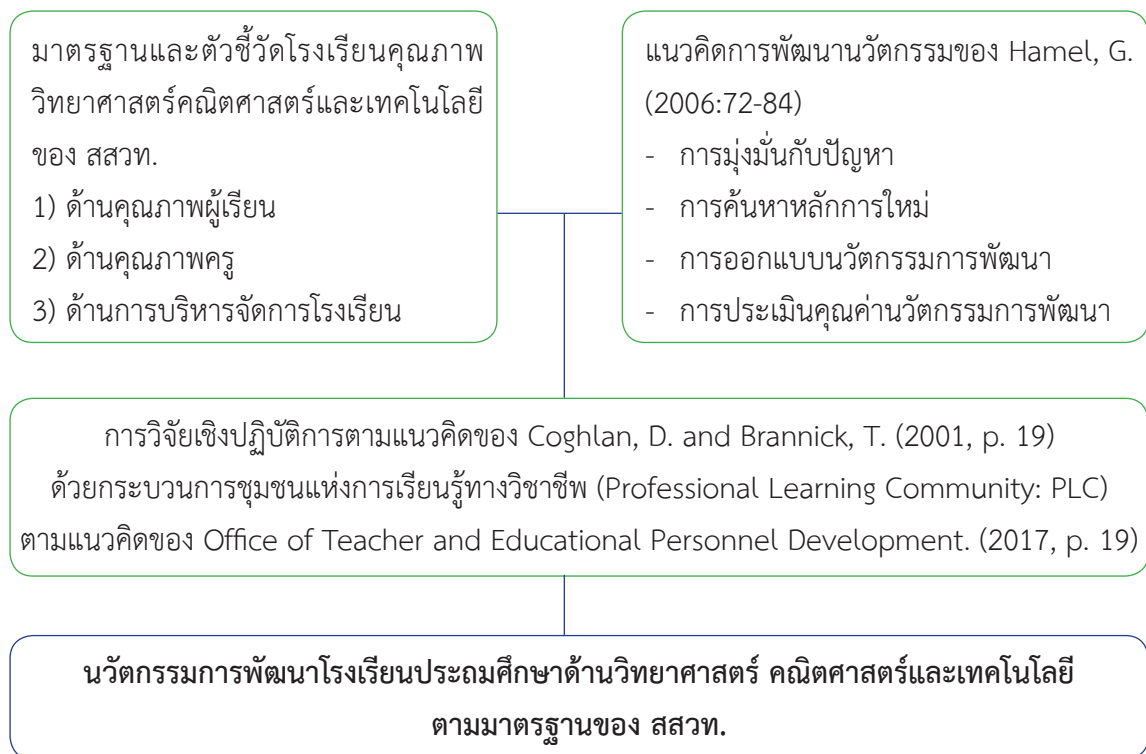
แนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ของ Coghlan and Brannick (2001) กระบวนการ วิจัยเชิงปฏิบัติการแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวินิจฉัย การวางแผนปฏิบัติการ การลงมือ ปฏิบัติ และการประเมินผลการปฏิบัติการ

แนวคิดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Office of Teacher and Educational Personnel Development, 2017) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การค้นหาปัญหา หาสาเหตุ หาแนวทางแก้ไข ออกแบบกิจกรรม และการสะท้อนผล

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสานระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เพื่อให้การดำเนินการวิจัยเป็นไปอย่างมีระบบและบรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้กำหนดแผนการดำเนินการวิจัยไว้ (Hamel, 2018) ดังนี้

กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การมุ่งเน้นกับปัญหา

วิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดของโรงเรียน ประถมศึกษาคุณภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ตามมาตรฐาน สสวท. โดยกำหนดวิธีการดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษา/วิเคราะห์และสรุปวรรณกรรม รวมทั้งแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ตามมาตรฐาน สสวท.

1.2 นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์เนื้อหา เป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดการพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาที่ส่งเสริมด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อใช้เป็นกรอบในการสร้างแบบสอบถาม (Questionnaire)

ขั้นตอนที่ 2 การค้นหาหลักการใหม่

สร้างเครื่องมือวิจัยสำหรับออกแบบนวัตกรรมการพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ตามมาตรฐาน สสวท. โดยนำตัวชี้วัดการประเมินตามมาตรฐานของ สสวท. ที่สังเคราะห์ได้จากขั้นตอนที่ 1.2 มาสร้างเป็นเครื่องมือการวิจัยในลักษณะแบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบนวัตกรรม การพัฒนา

ใช้แนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Coghlan and Brannick (2017) เป็นกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน ได้แก่

3.1 ขั้นตอนการวินิจฉัยและการวางแผนปฏิบัติการ ผู้วิจัยใช้การวิจัยเชิงปริมาณ เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามกับผู้บริหารโรงเรียนประถมศึกษา จำนวน 374 คน โดยมีเนื้อหาด้านการพัฒนา

โรงเรียนประถมศึกษาคุณภาพวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามมาตรฐาน สสวท. ประกอบด้วยมาตรฐาน 3 ด้าน ได้แก่ (1) มาตรฐานด้านคุณภาพผู้เรียน มี 7 ตัวชี้วัด (2) มาตรฐานด้านคุณภาพครู มี 5 ตัวชี้วัด และ (3) มาตรฐานด้านการบริหารจัดการโรงเรียน มี 6 ตัวชี้วัด โดยใช้แบบสอบถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3.2 ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติ ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลด้วยการวิจัยเชิงคุณภาพผ่านกระบวนการ PLC นำข้อมูลมาวิเคราะห์ และจัดทำร่างนวัตกรรมการพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 12 คน จากการเลือกด้วยวิธีจำเพาะเจาะจงที่เข้าร่วมกิจกรรม ประกอบด้วย

(1) ผู้บริหารโรงเรียนประถมศึกษาที่อยู่ในโครงการโรงเรียนคุณภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามมาตรฐาน สสวท. จำนวน 5 คน เลือกด้วยวิธีจำเพาะเจาะจง

(2) ผู้เชี่ยวชาญจาก สสวท. จำนวน 5 คน เลือกด้วยวิธีจำเพาะเจาะจง

(3) ศึกษานิเทศก์ จำนวน 2 คน

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นผู้อำนวยการสถานศึกษาจำนวน 186 คน (ร้อยละ 45.48) และรักษาการในตำแหน่งผู้อำนวยการสถานศึกษาจำนวน 223 คน (ร้อยละ 54.52) โดยมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญา

โหมมากที่สุด 261 คน (ร้อยละ 63.81) ตามด้วยระดับปริญญาตรี 140 คน (ร้อยละ 34.23) และปริญญาเอก 8 คน (ร้อยละ 1.69) ในเรื่องของอายุ ผู้ตอบแบบสอบถามมีอายุระหว่าง 35 - 45 ปี มากที่สุด 147 คน (ร้อยละ 35.94) ตามด้วยอายุ 46 - 55 ปี 134 คน (ร้อยละ 32.76) และอายุน้อยกว่า 35 ปี 68 คน (ร้อยละ 16.63) และผู้ที่มีอายุมากกว่า 56 ปี มีจำนวนน้อยที่สุดคือ 60 คน (ร้อยละ 14.67) ในเรื่องของอายุราชการ, ผู้ตอบแบบสอบถามมีอายุราชการระหว่าง 10 - 20 ปีมากที่สุด 168 คน (ร้อยละ 41.07) ตามด้วยอายุราชการ 21 - 30 ปี 109 คน (ร้อยละ 26.65) และอายุราชการน้อยกว่า 10 ปี 88 คน (ร้อยละ 21.52) และผู้ที่มีอายุราชการ

มากกว่า 30 ปีมีจำนวนน้อยที่สุดคือ 44 คน (ร้อยละ 10.76) ในด้านจำนวนนักเรียนในโรงเรียน, โรงเรียนที่มีนักเรียนตั้งแต่ 41 - 80 คนมีจำนวนมากที่สุดคือ 187 โรง (ร้อยละ 45.72) ตามด้วยโรงเรียนที่มีนักเรียนตั้งแต่ 81 - 120 คนจำนวน 165 โรง (ร้อยละ 40.34) และโรงเรียนที่มีนักเรียนตั้งแต่ 1 - 40 คนมีจำนวนน้อยที่สุดคือ 57 โรง (ร้อยละ 13.94)

2. สรุปผลการพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตามมาตรฐาน สสวท. ของโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 120 คนลงมาในปัจจุบัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตามมาตรฐาน สสวท. รายด้าน

ด้าน	$\bar{X}$	SD
ด้านคุณภาพนักเรียน	2.24	0.67
ด้านคุณภาพครู	2.74	0.73
ด้านคุณภาพการบริหารจัดการโรงเรียน	2.81	0.71

จากตารางที่ 1 **ด้านคุณภาพนักเรียน** มีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 2.24 เมื่อพิจารณารายตัวบ่งชี้ คือ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดที่ 2.64 รองลงมา คือ นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้และการสื่อสารได้อย่างเหมาะสมค่าเฉลี่ยที่ 2.39 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีค่าเฉลี่ยที่ 2.35 นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการประยุกต์ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการแก้ไขปัญหาค่าเฉลี่ยที่ 2.26 นักเรียนมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ด้วยการสำรวจและสร้างข้อความ คาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถแก้ไขปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการคิด เชิงคำนวณค่าเฉลี่ยที่ 2.12 รวมถึงนักเรียนได้รับ รางวัลในกิจกรรมวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีค่าเฉลี่ยที่ 1.83 ตามลำดับ

ด้านคุณภาพครู มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 2.74 เมื่อพิจารณารายตัวบ่งชี้ คือ ครูมีความสามารถในการเลือกใช้หรือพัฒนาสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ และการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ทาง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีค่าเฉลี่ย สูงที่สุดที่ 2.77 รองลงมา คือ ครูยังมีการพัฒนาตนเอง อย่างต่อเนื่อง เช่น การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี การพัฒนา ด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ การพัฒนา สื่อการเรียนรู้และการทำวิจัยในชั้นเรียนที่มีค่าเฉลี่ย 2.76

ครูมีความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ที่ ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับศักยภาพ นักเรียนที่มีค่าเฉลี่ย 2.74 และครูยังมีความสามารถในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้สารสนเทศ ทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี การส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีค่าเฉลี่ย 2.71 โดยมีครูมีความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีค่าเฉลี่ย 2.70 ตามลำดับ

ด้านคุณภาพการบริหารจัดการโรงเรียน มีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 2.81 เมื่อพิจารณารายตัวบ่งชี้ คือ ผู้บริหารสถานศึกษามีกระบวนการบริหารจัดการที่มุ่งสู่การนำแผนพัฒนาคุณภาพสถานศึกษา สู่การปฏิบัติทบทวนและพัฒนาอย่างต่อเนื่องด้วย เครือข่ายร่วมพัฒนาโรงเรียนที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ที่ 2.85 นอกจากนี้ผู้บริหารสถานศึกษายังมีวิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมาย นโยบายและแผนพัฒนาคุณภาพ สถานศึกษาที่ชัดเจนและเข้มงวดที่สุดค่าเฉลี่ยที่ 2.84 อีกทั้งยังมีการบริหารจัดการด้านสิ่งสนับสนุน การเรียนรู้ เช่น หนังสือเรียน คู่มือครู ห้องปฏิบัติการ และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อส่งเสริมทักษะ การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีที่มีค่าเฉลี่ยที่ 2.83 อีกทั้งยังมีการใช้ กระบวนการ PLC เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีค่าเฉลี่ยที่ 2.82 และมีการส่งเสริม สนับสนุน ยกย่อง เชิดชูเกียรติและให้กำลังใจครูและนักเรียน ที่มีผลงานดีเด่นด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ

เทคโนโลยีที่มีค่าเฉลี่ยที่ 2.82 โดยมีการบริหารจัดการที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเกิดประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของโครงการตามแผนพัฒนาคุณภาพสถานศึกษาที่มีค่าเฉลี่ยที่ 2.70 ตามลำดับ

3. สรุปผลการสร้างและการประเมินนวัตกรรมการพัฒนาโรงเรียนระดับประถมศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตามมาตรฐาน สสวท. มีรายละเอียด ดังนี้

ผลการสร้างนวัตกรรม ได้นวัตกรรม การพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ “Six-G Innovation” ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ 27 ตัวชี้วัด ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ด้านนโยบายและการวางแผน (Good policy & planning : G1) มี 3 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) ส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาส และได้รับการสนับสนุนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างเท่าเทียมที่มุ่งเน้น การฝึกทักษะการปฏิบัติการ ทั้งในห้องปฏิบัติการ และแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น และ 2) แต่งตั้ง คณะกรรมการดำเนินการ ส่งเสริม สนับสนุน การจัดการเรียนรู้ตามโครงการพัฒนาคุณภาพ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี 3) จัดหา ครูที่มีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

องค์ประกอบที่ 2 ด้านการสนับสนุน (Good support : G2) มี 4 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) สนับสนุนงบประมาณในการจัดหาสื่อและ นวัตกรรมที่ทันสมัยในการเรียนรู้ 2) สนับสนุน

งบประมาณในการจัดซื้อสื่ออุปกรณ์การทดลอง นักเรียนจะได้ฝึกปฏิบัติจริง 3) สนับสนุน อุปกรณ์เทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และ 4) สนับสนุนนักเรียนให้เข้าร่วมการแข่งขัน งานวิชาการ และนวัตกรรมในทุกระดับ

องค์ประกอบที่ 3 ด้านการพัฒนาครู (Good innovative teacher : G3) มี 8 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) จัดอบรมครูด้านการจัดการเรียนรู้เชิงรุก Active learning 2) พัฒนาครูด้านเทคนิคการสอน ที่หลากหลาย 3) พัฒนาครูด้านการใช้เทคโนโลยี เพื่อการเรียนการสอนและการปฏิบัติงาน 4) พัฒนา ครูด้านการจัดทำหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 5) พัฒนาครู ด้านการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ที่สอดคล้องกับ หลักสูตร มาตรฐาน และตัวชี้วัด 6) พัฒนาครู ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งระหว่างเรียน (Formative) และตัดสินผลการเรียน (Summative) 7) พัฒนาครูด้านการจัดทำหลักสูตรเสริมการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น โครงการ ค่าวิชาการ สะเต็ม/สตรึมศึกษา หรือแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น และ 8) พัฒนาครู ด้านการวิเคราะห์ผู้เรียนรายบุคคล

องค์ประกอบที่ 4 ด้านการจัดการเรียนรู้ (Good active learning: G4) มี 5 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) ส่งเสริมกระบวนการคิด ให้กับนักเรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน 2) จัดกิจกรรม ค่ายวิทยาศาสตร์โดยหน่วยงานที่มีประสิทธิภาพ 3) ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ที่ตรงกับกระบวนการ

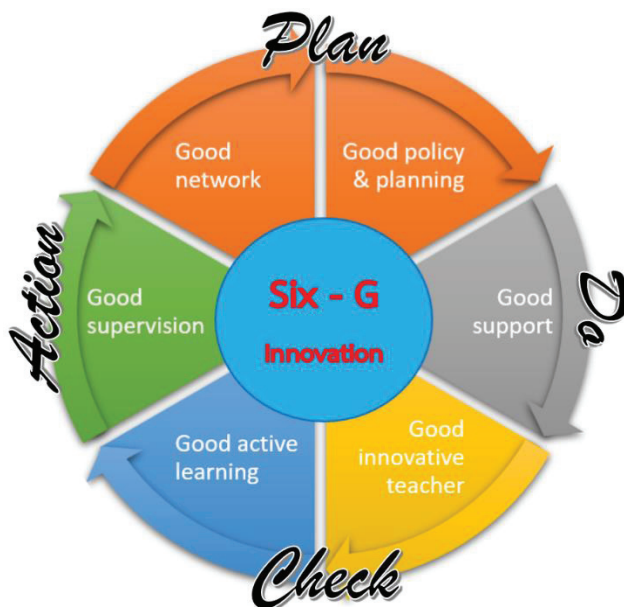
เรียนรู้ และ 5) วัดผล ประเมินผลผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย ตามตัวชี้วัดนำทาง และตัวชี้วัดปลายทาง

องค์ประกอบที่ 5 ด้านการนิเทศ (Good supervision: G5) มี 4 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) นิเทศติดตามการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ด้วยกระบวนการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ 2) นิเทศติดตามครูผู้สอน ด้านการใช้ สื่อ แหล่งเรียนรู้ที่ สสวท. พัฒนาขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน 3) ประเมินผลการปฏิบัติงานครูจาก ผลการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน และ 4) สร้างขวัญ และกำลังใจครู โดยยกย่องเชิดชูเกียรติผู้มีการปฏิบัติงานที่เป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

องค์ประกอบที่ 6 ด้านการมีส่วนร่วม (Good network : G6) มี 3 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) สร้างโอกาสให้ครูผู้สอนได้ร่วมกิจกรรมชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพด้านการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีทั้งภายในและภายนอก โรงเรียน 2) สร้างเครือข่ายครูด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างโรงเรียน และ 3) สร้างการมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จากองค์กรภาครัฐ และเอกชน

ผลการประเมินนวัตกรรม ดังแสดงใน ตารางที่ 2



ภาพที่ 2 นวัตกรรมพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี
“Six-G Innovation”

ตารางที่ 2 ผลการประเมินนวัตกรรมรายด้าน

ด้าน	$\bar{X}$	SD	การแปลผล
1.ด้านความเป็นไปได้	4.64	0.58	มากที่สุด
2.ด้านความเป็นประโยชน์	4.60	0.53	มากที่สุด
3.ด้านความเหมาะสม	4.64	0.51	มากที่สุด
4.ด้านความถูกต้อง ครบคลุม	4.56	0.53	มากที่สุด
รวม	4.61	0.54	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินนวัตกรรม การพัฒนาโรงเรียนประถมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า ทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1.1 การส่งเสริมนโยบายและการวางแผน (Good policy & planning: G1) สถานภาพการจัดการเรียนรู้ในแต่ละโรงเรียน ควรมีการสนับสนุนนโยบายที่สนับสนุนการศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี อย่างเท่าเทียม โดยการเพิ่มงบประมาณสนับสนุน การฝึกอบรมครูและการจัดหาสื่อการเรียนรู้ที่ทันสมัย

1.2 การพัฒนาครูด้านการสอน (Good innovative teacher: G3) ส่งเสริม

ให้ครูมีการพัฒนาทักษะการสอนและการใช้เทคโนโลยี ในการเรียนรู้อย่างเชิงรุก โดยการสนับสนุนการฝึกอบรมและการพัฒนาครูให้มีความรู้ความสามารถที่เพียงพอในการใช้เทคโนโลยีในการสอน

1.3. การมีส่วนร่วม (Good network: G6) สร้างโอกาสให้ครูผู้สอนได้ร่วมกิจกรรมชุมชน การเรียนรู้ทางวิชาชีพที่นำเสนอเทคนิคการสอน และโมเดลที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนา การเรียนรู้ของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การพัฒนานวัตกรรมในการเรียนรู้ การศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยี ในการพัฒนาและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ ที่เป็นประสบการณ์จริงในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

2.2 การพัฒนาการนิเทศและการวิจัย การศึกษาเกี่ยวกับวิธีการนิเทศและการสนับสนุน การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

เพื่อให้สามารถพัฒนานโยบายและแผนการจัดการ และประเมินผลการเรียนรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์
เรียนรู้ที่เหมาะสม คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเพื่อให้ได้ข้อมูลที่

2.3 การวัดและประเมินผล การศึกษา ถูกต้องและเชื่อถือได้
เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมในการวัด

REFERENCES

- Coghlan, D., & Brannick, T. (2001). **Doing action research in your own organization**. SAGE Publications.
- Coghlan, D., & Brannick, T. (2017). **Doing action research in your own organization (5th ed.)**. SAGE Publications.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). **Research methods in education (6th ed.)**. Routledge.
- Office of Teacher and Educational Personnel Development. (2017). **Professional Learning Community (PLC)**. Siam Paritas Publishing Co., Ltd.
- Hamel, G. (2006). The why, what, and how of management innovation. **Harvard Business Review**, 84(2), 72-84.
- Hamel, G. (2018). **The future of management**. Harvard Business Review Press.
- Hamel, G. (2018). The why, what, and how of management innovation. **Harvard Business Review**, 96(6), 58-67.
- Hamel, Gary. 2006. The Why, what, and How of Management Innovation. **Harvard Business Review**, 84, 72-84.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2019). **Handbook for quality schools in science, mathematics, and technology according to IPST standards (SMT Quality Schools by IPST)**. Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.
- Office of the Secretary of the National Strategy Committee Office of the National Economic and Social Development Board, 2018 : p.34.
- Secretary of the National Strategy Committee Office of the National Economic and Social Development Board, 2018 : p.2.