

รูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรม
เพื่อเสริมสร้างทักษะนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษา
Creative Management Model for Special Science Classrooms to Develop
Innovator Skills in Secondary Education

เมฆา ดีสงคราม¹

Meka Deesongkra

โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ประเทศไทย Sakolrajwittayanukul School,
Secondary Educational Service Area Office, Sakon Nakhon, Thailand

*Corresponding Author. Email: E-mail : Krumakskr@gmail.com

Retrieved; 25-02-2026; Revised; 10-03-2026. Accepted; 29-04-2026

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ 1) พัฒนารูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมเพื่อเสริมสร้างทักษะนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษา 2) จัดทำแนวทางการประยุกต์ใช้รูปแบบในบริบทการศึกษาที่หลากหลาย 3) สร้างรูปแบบที่ครอบคลุมการพัฒนาทักษะนวัตกรรมศตวรรษที่ 21 และ 4) ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญให้อยู่ในระดับ “ดี” ขึ้นไป การวิจัยเป็นแบบวิจัยและพัฒนา โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงงาน การเรียนรู้ฐานนวัตกรรม และทฤษฎีทักษะนวัตกรรมศตวรรษที่ 21 เป็นกรอบแนวคิด แบ่งเป็น 2 ระยะ ได้แก่ (1) การพัฒนารูปแบบจากการวิเคราะห์เอกสาร 40 ฉบับ (พ.ศ. 2558–2567) และ (2) การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ ผู้ให้ข้อมูลหลักคือผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ครอบคลุมด้านการบริหารจัดการ การประเมินผล และการศึกษาฐานนวัตกรรม เครื่องมือวิจัยได้แก่ 1) แบบบันทึกการวิเคราะห์เอกสาร และ 2) แบบสอบถามความเหมาะสมของรูปแบบ มาตราส่วน 5 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า (1) รูปแบบประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงงาน 8 องค์ประกอบ และกระบวนการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม 8 องค์ประกอบ รวมถึงทักษะนวัตกรรม 5 ด้าน (2) ผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ารูปแบบมีความเหมาะสมในระดับสูงสุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.52) โดยองค์ประกอบการเรียนรู้ฐานนวัตกรรมได้รับการประเมินสูงสุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) (3) รูปแบบสามารถปรับใช้ในบริบทที่หลากหลายได้อย่างยืดหยุ่น และ (4) รูปแบบสามารถส่งเสริมทักษะนวัตกรรมของนักเรียนได้อย่างครอบคลุมทั้งความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา การทำงานร่วมกันและการสื่อสารนวัตกรรมดิจิทัล และความรับผิดชอบต่อสังคม สอดคล้องกับแนวทางการศึกษาในศตวรรษที่ 21

คำสำคัญ: การเรียนรู้ฐานนวัตกรรม, การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงงาน, ทักษะนวัตกรรมของนักเรียน, การมีส่วนร่วมทางสังคม, การเรียนรู้แบบแท้จริง

Abstract

This research article aims to: (1) develop an administrative model for an Innovation-Based Special Science Classroom Project to enhance secondary school students' innovator skills, (2) propose guidelines for applying the model across diverse educational contexts, (3) establish a comprehensive framework for developing 21st-century innovator competencies, and (4) evaluate the model's appropriateness through expert validation at a "good" level or higher. The study employed a research and development design grounded in project-based science learning, innovation-based learning, and 21st-century innovator skill theories. The research was conducted in two phases: (1) model development through analysis and synthesis of 40 academic sources published between 2015–2024, and (2) model evaluation by five experts specializing in educational management, evaluation, and innovation-based education. Research instruments included (1) a document analysis and synthesis form, and (2) a five-point rating scale questionnaire assessing the model's suitability. Data were analyzed using content analysis, mean, and standard deviation.

The research findings revealed that (1) the model comprises two main components: 8 components of project-based science learning and 8 components of innovation-based learning, along with 5 dimensions of innovator skills; (2) expert evaluation indicated the model demonstrated the highest level of appropriateness ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.52), with the innovation-based learning component receiving the highest rating ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00); (3) the model can be flexibly adapted across diverse contexts; and (4) the model comprehensively promotes students' innovator skills including creativity, critical thinking and problem-solving, collaboration and communication, digital innovation, and social responsibility, aligning with 21st century education approaches.

Keywords: Innovation-Based Learning, Project-Based Science Instruction, Students' Innovator Skills, Social Engagement, and Authentic Learning.

บทนำ

การพัฒนาอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีดิจิทัลและการบูรณาการเข้าสู่ระบบการศึกษาได้สร้างการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอนทั่วโลก (Anderson & Shattuck, 2024) ในยุคที่การแข่งขันทางเศรษฐกิจและสังคมต้องอาศัยนวัตกรรมเป็นกลไกสำคัญ ประเทศต่างๆ ให้ความสำคัญกับการปฏิรูปการศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนเป็นนวัตกรรมที่สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาสังคม องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ได้เน้นย้ำว่าการพัฒนาทักษะนวัตกรรมเป็นหนึ่งในเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการคิดเชิงออกแบบ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีม และการนำเสนอแนวคิดอย่างมีประสิทธิภาพ (Vincent-Lancrin et al., 2023)



ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ได้ถูกจัดตั้งขึ้นในหลายประเทศเพื่อเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนที่มีความสนใจและความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี การศึกษาของ Marginson และคณะ (2023) พบว่าห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่มีการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพสามารถสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะระดับสูงได้อย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Caprile และคณะ (2024) ชี้ให้เห็นว่าห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหลายพื้นที่ยังคงเน้นการถ่ายทอดความรู้ทางทฤษฎีเป็นหลัก โดยขาดการบูรณาการแนวคิดฐานนวัตกรรมเข้ากับกระบวนการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นรูปธรรม ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้รับโอกาสในการพัฒนาทักษะนวัตกรรมที่เชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางทฤษฎีกับการปฏิบัติจริงผ่านกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม

แนวคิดการจัดการศึกษาฐานนวัตกรรม (Innovation-Based Education) ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โดยเน้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนได้ผ่านกระบวนการคิดค้น ออกแบบ สร้างสรรค์ และทดสอบนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาจริงในชุมชนและสังคม (European Commission, 2024) การศึกษาของ Zhang และ Liu (2023) แสดงให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล แพลตฟอร์มการทำงานร่วมกันแบบเสมือนจริง และเครื่องมือการนำเสนอข้อมูลเชิงภาพ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนฐานนวัตกรรมได้อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบพบว่ายังขาดรูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมที่ครอบคลุมและเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยเฉพาะรูปแบบที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล กระบวนการพัฒนาทักษะนวัตกรรม และการเชื่อมโยงกับเครือข่ายทางวิชาการและภาคอุตสาหกรรมอย่างเป็นระบบ

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ามีช่องว่างสำคัญสามประการ ประการแรก แม้ว่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์และการศึกษาฐานนวัตกรรมแยกกันหลายชิ้น แต่ยังขาดงานวิจัยที่นำเสนอรูปแบบการบริหารโครงการที่บูรณาการทั้งสองแนวคิดเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ (Marginson et al., 2023; European Commission, 2024) ประการที่สอง การศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้นที่ผลลัพธ์ทางการเรียนมากกว่ากระบวนการบริหารจัดการและปัจจัยสนับสนุนที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะนวัตกรรมของนักเรียน (Caprile et al., 2024) ประการที่สาม ยังขาดรูปแบบที่ชี้แจงบทบาทของเทคโนโลยีดิจิทัลในการส่งเสริมการทำงานร่วมกัน การเข้าถึงความรู้ และการนำเสนอผลงานนวัตกรรมของนักเรียนในห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ (Zhang & Liu, 2023)

ช่องว่างเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการพัฒนารูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมที่สามารถส่งเสริมทักษะนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ การศึกษานี้จึงมีความสำคัญในการเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว โดยนำเสนอรูปแบบที่บูรณาการองค์ประกอบสำคัญทั้งด้านหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอน การบริหารจัดการ การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และการสร้างเครือข่ายความร่วมมือ เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นนวัตกรรมที่มีความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคมและประเทศชาติในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมที่เสริมสร้างทักษะนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษา
2. เพื่อจัดทำแนวทางการประยุกต์ใช้รูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมในบริบทการศึกษาที่หลากหลาย
3. เพื่อสร้างรูปแบบที่ครอบคลุมในการพัฒนาศักยภาพด้านทักษะนวัตกรรมของนักเรียนสำหรับศตวรรษที่ 21 ผ่านการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม

4. เพื่อประเมินรูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญและได้รับการประเมินในระดับ "ดี" ขึ้นไป

การทบทวนวรรณกรรม

1. **การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงงาน** การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงงานเป็นกรอบการสอนที่สำคัญในการศึกษา STEM ที่ส่งเสริมการสืบเสาะ การแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการเป็นวงจร Holmes และคณะ (2024) อธิบายว่ากระบวนการดังกล่าวประกอบด้วยการระบุปัญหาที่แท้จริง การสืบค้นข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอแนวทางแก้ไข งานวิจัยของ Chu และคณะ (2023) ยืนยันว่าการบูรณาการแนวทางนี้เข้ากับหลักสูตรสามารถเพิ่มความมีส่วนร่วมของนักเรียน พัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมทักษะศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับการศึกษาของ Park และ Ko (2024) ที่พบว่าการเรียนรู้ฐานโครงงานช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษา อย่างไรก็ตาม Dewi และ Primayana (2024) ระบุอุปสรรคสำคัญ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านเวลา การเตรียมความพร้อมของครูที่ไม่เพียงพอ และการขาดความร่วมมือจากเครือข่าย ในขณะที่ Rahman และคณะ (2023) พบว่าการผสมผสานกับการมีส่วนร่วมของเครือข่ายภายนอกสามารถเพิ่มผลลัพธ์การเรียนรู้และส่งเสริมความรับผิดชอบต่อสังคมได้อย่างมีนัยสำคัญ

2. **การบริหารจัดการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์** การบริหารจัดการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและต้องอาศัยการวางแผนเชิงกลยุทธ์ การจัดสรรทรัพยากร และการพัฒนาหลักสูตรที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ Lee และ Kim (2024) ชี้ให้เห็นว่าการบริหารที่มีประสิทธิภาพต้องเน้นการสร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการและการพัฒนาทักษะการวิจัยอย่างเป็นระบบ โดยสร้างสมดุลระหว่างความเข้มข้นทางวิชาการกับการพัฒนาทักษะชีวิตและสังคม Wang และ Chen (2023) พบว่าการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลช่วยขยายโอกาสในการเข้าถึงทรัพยากร รองรับการสื่อสารกับผู้เชี่ยวชาญ และช่วยให้นักเรียนจัดการข้อมูลและแบ่งปันผลงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ Silva และคณะ (2024) เน้นย้ำว่าการพัฒนาความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาชั้นสูง องค์กรวิจัย และภาคอุตสาหกรรมเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนได้สัมผัสการปฏิบัติจริงและสร้างเครือข่ายทางวิชาการ แม้ว่าจะมีประโยชน์มากมาย แต่ Patel และ Anderson (2024) ชี้ให้เห็นความท้าทายในการสร้างความยั่งยืนของโครงการ การสอดคล้องระหว่างเป้าหมายกับความต้องการของผู้เรียน และการสนับสนุนครูผู้สอนอย่างเพียงพอ

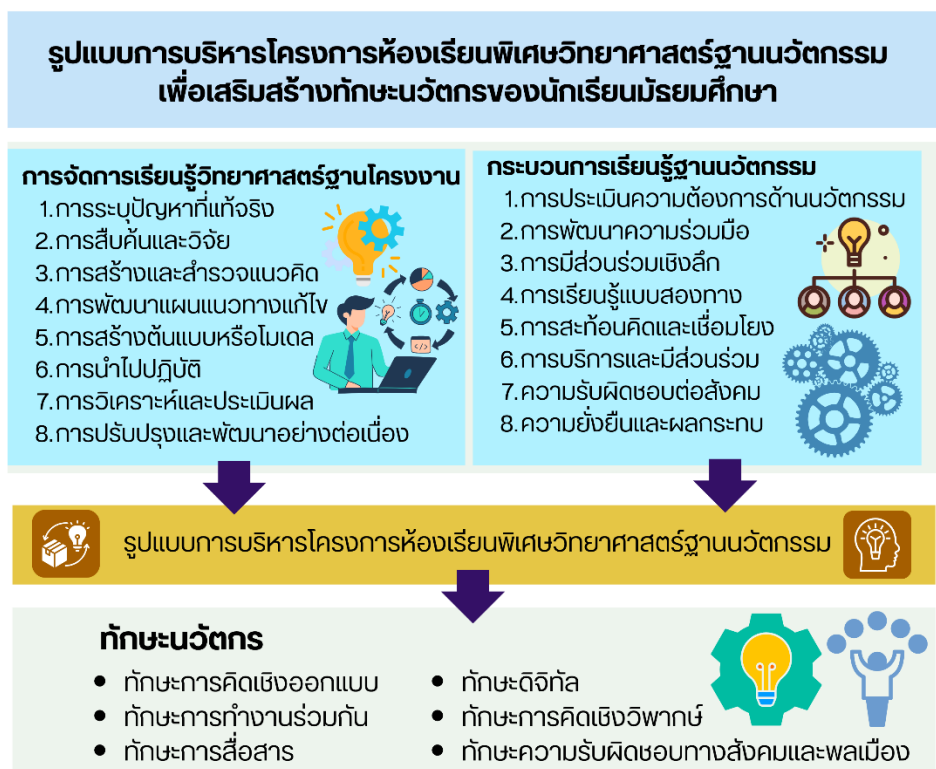
3. **แนวทางการพัฒนาทักษะนวัตกรรม** การพัฒนาทักษะนวัตกรรมของนักเรียนต้องอาศัยแนวทางที่บูรณาการหลายมิติ Thompson และ Morrison (2024) อธิบายว่าการพัฒนาทักษะนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพต้องประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญห้าประการ ได้แก่ การมีส่วนร่วมของผู้เรียนอย่างแท้จริง การออกแบบการสอนที่เน้นการปฏิบัติ การใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ การส่งเสริมการทำงานร่วมกัน และการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง Brown และ Martinez (2023) เสริมว่าครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการสร้างบริบทการเรียนรู้ที่แท้จริงผ่านความร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขาวิชา García และ Rodríguez (2024) ระบุเครื่องมือเทคโนโลยีที่จำเป็น ประกอบด้วยแพลตฟอร์มการทำงานร่วมกันแบบดิจิทัล เครื่องมือวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล เทคโนโลยีนำเสนอเสมือนจริง และระบบพอร์ตโฟลิโอดิจิทัล Johnson และคณะ (2024) พบว่าการทำงานเป็นทีมแบบสหวิทยาการและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดและพัฒนาทักษะการสื่อสาร Nguyen และ Davis (2023) สรุปว่าแนวทางการพัฒนาทักษะนวัตกรรมต้องเน้นการมีส่วนร่วมเชิงปฏิบัติและการแก้ปัญหาที่แท้จริง ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ ความรู้ด้านดิจิทัล และความรับผิดชอบต่อสังคม



4. รูปแบบการบริหารโครงการฐานนวัตกรรม รูปแบบการบริหารโครงการฐานนวัตกรรมเป็นกรอบแนวคิดที่ผสมผสานบริบทที่แท้จริงเข้ากับการจัดการเรียนการสอนที่เป็นระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ O'Brien และ Smith (2024) นำเสนอกรอบแนวคิดที่ระบุกระบวนการเป็นระบบสำหรับการฝังความร่วมมือระหว่างสถานศึกษากับภาคีเครือข่ายเข้าไปในหลักสูตร โดยเน้นความสัมพันธ์แบบสองทิศทางระหว่างสถาบันการศึกษาภาคีเครือข่ายภายนอก Miller และ Jackson (2023) ศึกษาแบบ STEM แบบบูรณาการที่รวมบริบทนวัตกรรม พบว่ารูปแบบดังกล่าวสามารถปรับปรุงความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในโลกแห่งความเป็นจริง และเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาและนวัตกรรมอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาเชิงทดลองของ Anderson และคณะ (2024) แสดงให้เห็นว่าแนวทางบูรณาการฐานนวัตกรรมสามารถเพิ่มแรงจูงใจ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม การสังเคราะห์วรรณกรรมชี้ให้เห็นว่ารูปแบบการบริหารโครงการฐานนวัตกรรมมีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยส่งเสริมความร่วมมือ ความเกี่ยวข้อง และความรับผิดชอบต่อสังคมของนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อมให้รับมือกับความท้าทายในระดับท้องถิ่นและระดับโลก

จากการทบทวนวรรณกรรมทั้งสี่ประเด็นหลัก ผู้วิจัยได้พัฒนารอบแนวคิดในการวิจัยที่บูรณาการทฤษฎีและแนวคิดเข้าด้วยกัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงงานเป็นกลไกหลักในการจัดกิจกรรม ใช้หลักการบริหารจัดการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่เน้นการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลและการสร้างเครือข่ายความร่วมมือ นำแนวทางการพัฒนาทักษะนวัตกรรมมาออกแบบกระบวนการที่วัดผลได้ และใช้รูปแบบการบริหารโครงการฐานนวัตกรรมเป็นโครงสร้างหลักในการบูรณาการองค์ประกอบต่างๆ เพื่อสร้างรูปแบบที่ครอบคลุม เป็นระบบ และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง โดยมุ่งเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเป็นนวัตกรรมที่สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อพัฒนาสังคมและประเทศชาติ

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1: การพัฒนารูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรม

รูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมจะได้รับการพัฒนาโดยการวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสาร 40 ฉบับ ประกอบด้วยบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของรูปแบบการบริหารจัดการ การจัดการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการ การบริหารจัดการห้องเรียนพิเศษ และทักษะนวัตกรรมที่ตีพิมพ์ระหว่างปี พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2567 โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการบริหารจัดการเพื่อเสริมสร้างทักษะนวัตกรรมผ่านการจัดการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 2 สังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการ

ขั้นตอนที่ 3 สังเคราะห์องค์ประกอบของแนวทางการบริหารจัดการฐานนวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 4 สังเคราะห์ลักษณะของทักษะนวัตกรรมของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 5 การออกแบบรูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรม ดังนี้

1. การศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับความหมาย องค์ประกอบ และรายละเอียดของรูปแบบการบริหารจัดการ การจัดการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการ การบริหารจัดการห้องเรียนพิเศษ การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และทักษะนวัตกรรมของนักเรียน

2. การออกแบบรูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมฉบับร่างเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบองค์รวม โดยรูปแบบประกอบด้วยสิ่งประกอบหลัก ได้แก่ ผู้นำทางการเรียนรู้ (บทบาทของครูผู้สอนในฐานะผู้อำนวยความสะดวกและผู้ประสานงาน) นักนวัตกรรมเยาว์ (บทบาทของนักเรียนในฐานะผู้สืบค้นเชิงรุกและสมาชิกที่มีส่วนร่วม) การสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรม (การสืบค้น วิเคราะห์ และพัฒนาแนวทางแก้ไขฐานนวัตกรรม) และการสื่อสารและเผยแพร่ (การแบ่งปัน ประเมินผล และปรับปรุงนวัตกรรมร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย)

3. การนำเสนอรูปแบบต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อรับคำแนะนำและปรับปรุงแก้ไข

ระยะที่ 2 การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรม

1. การสร้างแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรม โดยแบบสอบถามประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลักและ 18 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการบริหารจัดการ 2) องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการ 3) องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม 4) ทักษะนวัตกรรมของนักเรียน 5) ผลกระทบต่อการพัฒนาทักษะนวัตกรรมของนักเรียน และ 6) การประเมินโดยรวม จากนั้นวิเคราะห์ผลโดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าเฉลี่ย

2. การประเมินรูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน แบ่งเป็นกลุ่ม ดังนี้ ผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบการบริหารจัดการ 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลการศึกษา 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารจัดการห้องเรียนพิเศษหรือการศึกษาด้านนวัตกรรม 1 ท่าน



ผลการวิจัย

ระยะที่ 1 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการบริหารจัดการ

ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการบริหารจัดการเพื่อเสริมสร้างทักษะนวัตกรผ่านการจัดการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาจากบทความและงานวิจัย แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการบริหารจัดการเพื่อเสริมสร้างทักษะนวัตกรผ่านการจัดการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม

องค์ประกอบของรูปแบบการบริหารจัดการ เพื่อเสริมสร้างทักษะนวัตกร	Anderson & Shattuck (2024)	Brown & Martinez (2023)	Johnson et al. (2024)	García & Rodríguez (2024)	Thompson & Morrison (2024)	Holmes et al. (2024)
1. ผู้นำทางการเรียนรู้ (บทบาทของครูผู้สอน)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. นกนวัตกรรุ่นเยาว์ (บทบาทของนักเรียน)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. การสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรม (การสืบค้น วิเคราะห์ และพัฒนาแนวทางแก้ไขฐานนวัตกรรม)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. การสื่อสารและเผยแพร่ (การแบ่งปัน ประเมินผล และปรับปรุงนวัตกรรมร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ผลการสังเคราะห์วรรณกรรมเผยให้เห็นองค์ประกอบหลัก 4 ประการของรูปแบบการบริหารจัดการเพื่อเสริมสร้างทักษะนวัตกรที่ได้รับฉันทามติอย่างสมบูรณ์ (100%) จากนักวิชาการทุกท่าน ได้แก่ (1) ผู้นำทางการเรียนรู้ ซึ่งเน้นบทบาทของครูผู้สอนในการอำนวยความสะดวกและสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ (2) นกนวัตกรรุ่นเยาว์ ที่เน้นบทบาทของนักเรียนในฐานะผู้สร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างแท้จริง (3) การสร้างสรรค์และพัฒนา
นวัตกรรม ที่ครอบคลุมกระบวนการสืบค้น วิเคราะห์ และพัฒนาแนวทางแก้ไขฐานนวัตกรรม และ (4) การสื่อสาร
และเผยแพร่ ที่เน้นการแบ่งปัน ประเมินผล และปรับปรุงนวัตกรรมร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

การสังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการ

การสังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาจากบทความและงานวิจัย แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการ

องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการ	Holmes et al. (2024)	Chu et al. (2023)	Park & Ko (2024)	Johnson et al. (2024)	Miller & Jackson (2023)	Nguyen & Davis (2023)	Anderson et al. (2024)	Vincent-Lancrin et al.	Zhang & Liu (2023)	García & Rodríguez (2024)
1. การระบุปัญหาที่แท้จริง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. การสืบค้นและวิจัย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
3. การสร้างและสำรวจแนวคิด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. การพัฒนาแผนแนวทางแก้ไข	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	✓	✓
5. การสร้างต้นแบบ/โมเดล	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. การนำไปปฏิบัติ	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	-	-
7. การวิเคราะห์และประเมินผล	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	-
8. การปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ผลการสังเคราะห์เผยให้เห็น 8 องค์ประกอบหลักของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการ โดยมีฉันทามติแตกต่างกัน องค์ประกอบที่เห็นตรงกัน 100% ได้แก่ การระบุปัญหาที่แท้จริง การสร้างและสำรวจแนวคิด และการสร้างต้นแบบ ส่วนการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องปรากฏ 90% การสืบค้นและวิจัย 80% และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น การพัฒนาแผนแนวทางแก้ไข การวิเคราะห์และประเมินผล และการนำไปปฏิบัติ มีฉันทามติปานกลาง (60–70%) กรอบแนวคิด 8 องค์ประกอบนี้ให้โครงสร้างที่มั่นคงสำหรับออกแบบประสบการณ์เรียนรู้ที่บูรณาการการสืบค้น ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาเชิงระบบ และการปรับปรุงแบบวนซ้ำ ซึ่งสำคัญต่อการพัฒนาทักษะนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษาในบริบทฐานนวัตกรรม

การสังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม

การสังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ฐานนวัตกรรมโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาจากบทความและงานวิจัย แสดงดังตารางที่ 3



ตารางที่ 3 การสังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม

องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ ฐานนวัตกรรม	Marginson et al. (2023)	Lee & Kim (2024)	O'Brien & Smith (2024)	Patel & Anderson (2024)	European Commission (2024)	Wang & Chen (2023)	Silva et al. (2024)	Thompson & Morrison (2024)	García & Rodríguez (2024)	Brown & Martinez (2023)
1. การประเมินความต้องการนวัตกรรม	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
2. การพัฒนาความร่วมมือ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. การมีส่วนร่วมเชิงลึก	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. การเรียนรู้แบบสองทาง	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓
5. การสะท้อนคิดและเชื่อมโยง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. การบริการและมีส่วนร่วม	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
7. ความรับผิดชอบต่อสังคม	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-
8. ความยั่งยืนและผลกระทบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ผลการสังเคราะห์เผยให้เห็น 8 องค์ประกอบหลักของการจัดการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม โดยมีฉันทามติสูงในหลายองค์ประกอบ ได้แก่ การพัฒนาความร่วมมือ การมีส่วนร่วมเชิงลึก และการสะท้อนคิดและเชื่อมโยง นอกจากนี้ ความยั่งยืนและผลกระทบก็ได้รับฉันทามติเต็ม ขณะที่การประเมินความต้องการนวัตกรรมและการมีส่วนร่วมปรากฏ 90% การเรียนรู้แบบสองทาง 80% และความรับผิดชอบต่อสังคม 60% กรอบแนวคิดนี้ชี้แนวทางเชิงโครงสร้างสำหรับการพัฒนาทักษะนวัตกรรมและความรับผิดชอบต่อสังคมของนักเรียนมัธยมศึกษา

การสังเคราะห์ลักษณะของทักษะนวัตกรรมของนักเรียน

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ลักษณะสำคัญของทักษะนวัตกรรมจากงานวิจัย เพื่อระบุองค์ประกอบหลักที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล โดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์แนวทางและกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะนวัตกรรมผ่านการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผลการสังเคราะห์ลักษณะของทักษะนวัตกรรมของนักเรียนสรุปดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์ลักษณะของทักษะนวัตกรรมของนักเรียน

ลักษณะของทักษะนวัตกรรมของนักเรียน	Zhang & Liu (2023)	Thompson & Morrison (2024)	García & Rodríguez (2024)	Johnson et al. (2024)	Anderson et al. (2024)	Holmes et al. (2024)

10 | รูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมเพื่อเสริมสร้างทักษะนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษา

1. การออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. ความเกี่ยวข้องกับโลกแห่งความเป็นจริง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. การเรียนรู้แบบร่วมมือ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. การประเมินและปรับปรุง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. การพัฒนาทักษะปฏิบัติจริง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. เนื้อหาและการออกแบบการสอน	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ผลการสังเคราะห์เผยให้เห็น ลักษณะหลัก 6 ประการของทักษะนวัตกรรมของนักเรียน ที่มีนันทามติ 100% ได้แก่ การออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ที่สร้างสภาพแวดล้อมมีส่วนร่วมและบูรณาการเทคโนโลยี การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับโลกแห่งความเป็นจริง การทำงานร่วมกันแบบทีมผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล การประเมินและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาทักษะปฏิบัติจริงในบริบทวิชาชีพและพลเมือง และเนื้อหาและการออกแบบการสอนที่บูรณาการเทคโนโลยีและความคิดสร้างสรรค์ ฉันทามติที่เป็นเอกฉันท์นี้ชี้กรอบแนวคิดชัดเจนสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ นวัตกรรมแบบร่วมมือ และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องของนักเรียน ซึ่งเป็นทักษะสำคัญสำหรับการรับมือกับความท้าทายซับซ้อนผ่านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการในบริบทฐานนวัตกรรม



ภาพที่ 2 รูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมเพื่อเสริมสร้างทักษะนวัตกรรมของนักเรียน

ส่วนที่ 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการ

องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ ดังนี้

1) การระบุปัญหาที่แท้จริง นักเรียนร่วมกับเครือข่ายความร่วมมือกำหนดความท้าทายหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นจริง โดยคำนึงถึงทรัพยากร เวลา และความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อสร้างจุดเริ่มต้นที่สอดคล้องกับบริบทและความต้องการจริง

2) การสืบค้นและวิจัย รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น วรรณกรรม ข้อมูลภาคสนาม และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเพิ่มความเข้าใจปัญหาและสนับสนุนการพัฒนาแนวทางแก้ไขที่มีความถูกต้องและเป็นไปได้



3) การสร้างและสำรวจแนวคิด ระดมความคิด สร้างแนวทางแก้ไขหลายทาง และใช้ข้อมูลจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อให้แน่ใจว่าแนวคิดมีความเป็นไปได้และสอดคล้องกับบริบทจริง

4) การพัฒนาแผนแนวทางแก้ไข ประเมินแนวคิดและพัฒนาแผนที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาความเป็นไปได้ ผลกระทบต่อสังคม ความถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ และทรัพยากรที่มีอยู่

5) การสร้างต้นแบบ/โมเดล การแปลงแนวคิดเป็นต้นแบบหรือโมเดล ทั้งทางกายภาพ ดิจิทัล หรือแนวคิด เพื่อทดสอบการทำงาน รับข้อเสนอแนะ และปรับปรุงก่อนการนำไปใช้จริง

6) การนำไปปฏิบัติ ดำเนินการต้นแบบในสภาพแวดล้อมจริง ผ่านกิจกรรมทดลอง การปรับใช้ดิจิทัล หรือโปรแกรมนำร่อง พร้อมบันทึกกระบวนการและผลลัพธ์เพื่อการติดตามและประเมินผล

7) การวิเคราะห์และประเมินผล ประเมินประสิทธิผล ความสอดคล้อง และผลกระทบของแนวทางแก้ไข โดยใช้วิธีวิทยาศาสตร์ ข้อมูล และคำติชมจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อปรับปรุงและยืนยันคุณภาพของผลลัพธ์

8) การปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ปรับปรุงแนวทางแก้ไขตามผลการประเมินและข้อเสนอแนะ ทำให้เกิดแนวทางที่มีคุณภาพและประสิทธิผลสูงสุด พร้อมพัฒนาทักษะการปรับปรุงและการออกแบบเชิงนวัตกรรมของนักเรียน

ส่วนที่ 2 กระบวนการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม

องค์ประกอบการเรียนรู้ฐานนวัตกรรมประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ ดังนี้

1) การประเมินความต้องการด้านนวัตกรรม นักเรียนและครูทำงานร่วมกับเครือข่ายความร่วมมือเพื่อระบุความท้าทาย ลำดับความสำคัญ และทรัพยากรที่แท้จริง พร้อมวิเคราะห์บริบททั้งด้านสังคม สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ เพื่อสร้างโครงงานและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่มีความหมายและตอบสนองต่อความต้องการจริงของผู้เรียนและชุมชน

2) การพัฒนาความร่วมมือ การสร้างและรักษาความสัมพันธ์กับสถาบันการศึกษา องค์กรวิจัย และภาคอุตสาหกรรมช่วยให้นักเรียนเข้าถึงความเชี่ยวชาญ ทรัพยากร และบริบทโลกจริง พร้อมสนับสนุนการเรียนรู้แบบสหวิทยาการและความร่วมมือที่ยั่งยืน

3) การมีส่วนร่วมเชิงลึก นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างความรู้และแก้ไขปัญหา โดยทำงานร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอย่างต่อเนื่อง กิจกรรมจึงเป็นไปอย่างมีความหมายและเสริมทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การตัดสินใจ และความรับผิดชอบต่อผลลัพธ์

4) การเรียนรู้แบบสองทาง การแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ไหลไปมาระหว่างนักเรียนและผู้มีส่วนร่วม ช่วยให้ทั้งสองฝ่ายเรียนรู้จากกันและกัน พร้อมสร้างความเข้าใจในมุมมองที่หลากหลายและยอมรับความเชี่ยวชาญที่แตกต่าง

5) การสะท้อนคิดและเชื่อมโยง นักเรียนประเมินประสบการณ์ของตนเองอย่างมีวิจารณญาณ เชื่อมโยงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เนื้อหาวิชาการ และบริบททางสังคม-สิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการคิดเชิงวิพากษ์ การตระหนักรู้ในตนเอง และการพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา

6) การบริการและมีส่วนร่วม นักเรียนสร้างผลลัพธ์ที่จับต้องได้ต่อชุมชนและสังคม ผ่านกิจกรรมโครงการที่สร้างประโยชน์จริง เช่น การวิจัย การออกแบบนวัตกรรม หรือการให้บริการตรง ช่วยเสริมสร้างทักษะการทำงานร่วมกัน ความคิดสร้างสรรค์ และการตระหนักถึงผลกระทบเชิงบวก

7) ความรับผิดชอบต่อสังคม นักเรียนพัฒนาความเข้าใจในบทบาทของตนต่อสังคม ฝึกฝนความสามารถในการสร้างการเปลี่ยนแปลงเชิงบวก และส่งเสริมความสำเร็จทางพลเมือง โดยเรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่นในโครงการที่มีการแข่งขันและความร่วมมือ

8) **ความยั่งยืนและผลกระทบ** นักเรียนพิจารณาผลกระทบระยะยาวของโครงการ ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม พร้อมสร้างแนวทางแก้ไขที่สามารถปรับปรุงและพัฒนาได้ต่อเนื่อง เพื่อให้โครงการมีประโยชน์ยั่งยืนและสนับสนุนการพัฒนาที่ยั่งยืนในวงกว้าง

ส่วนที่ 3 ทักษะนวัตกรรมของนักเรียนที่พัฒนาผ่านรูปแบบ

รูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมได้รับการออกแบบมาเพื่อพัฒนาทักษะนวัตกรรมที่หลากหลายในหมู่นักเรียนมัธยมศึกษา ทักษะเหล่านี้รวมถึง

1) **ทักษะการคิดเชิงออกแบบ** นักเรียนเรียนรู้ที่จะคิดเชิงสร้างสรรค์เกี่ยวกับปัญหาและพัฒนาแนวทางแก้ไขที่เป็นนวัตกรรม ผ่านกระบวนการระบุปัญหา การสร้างแนวคิด การสร้างต้นแบบ และการทดสอบ พวกเขาพัฒนาความสามารถในการคิดนอกกรอบและสร้างแนวทางแก้ไขที่เป็นต้นฉบับ

2) **ทักษะการทำงานร่วมกัน** การทำงานร่วมกับเครือข่าย ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และทีมเพื่อน นักเรียนพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ สื่อสารความคิด และมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา

3) **ทักษะการสื่อสาร** นักเรียนเรียนรู้ที่จะสื่อสารแนวคิดและผลการค้นพบของพวกเขาอย่างมีประสิทธิภาพกับผู้ชมที่หลากหลาย รวมถึงสมาชิก ผู้เชี่ยวชาญ และเพื่อน ผ่านการนำเสนอ รายงาน และสื่อดิจิทัล

4) **ทักษะดิจิทัล** การบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลตลอดกระบวนการโครงการงานช่วยให้นักเรียนพัฒนาความรู้ดิจิทัล รวมถึงการใช้เครื่องมือการวิจัย แพลตฟอร์มการทำงานร่วมกัน ซอฟต์แวร์การวิเคราะห์ข้อมูล และเทคโนโลยีการนำเสนอ

5) **ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์** ผ่านการวิเคราะห์ปัญหาที่ซับซ้อน การประเมินหลักฐาน และการตัดสินใจที่มีข้อมูล นักเรียนพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและการพัฒนานวัตกรรม

6) **ทักษะความรับผิดชอบต่อสังคมและพลเมือง** การมีส่วนร่วมกับความท้าทายที่แท้จริงและการทำงานร่วมกับเครือข่ายความร่วมมือช่วยให้นักเรียนพัฒนาความรู้สึกของความรับผิดชอบต่อสังคมและความเข้าใจในบทบาทของพวกเขาในฐานะพลเมืองที่ใส่ใจ

ระยะที่ 2: การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการบริหารโครงการ

หลังจากการพัฒนาแบบเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญจากสาขาการออกแบบการสอน การประเมินผลการศึกษา การศึกษาฐานนวัตกรรม และการบริหารการศึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วน และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรม

ที่	หัวข้อการประเมิน	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	วัตถุประสงค์ของรูปแบบการบริหารโครงการ	1) ความชัดเจนในการสอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้และความต้องการทางการศึกษา	4.80	0.42	มากที่สุด
		2) ความเกี่ยวข้องกับทักษะนวัตกรรมและความรับผิดชอบต่อสังคม	4.60	0.52	มากที่สุด



		3) ความเฉพาะเจาะจงในการกำหนดผลลัพธ์ที่ต้องการและผลกระทบต่อการพัฒนานักเรียน	4.60	0.52	มากที่สุด
2	องค์ประกอบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการ	1) ความครบถ้วนของกระบวนการสืบเสาะ	4.60	0.52	มากที่สุด
		2) ความเป็นไปได้และความสามารถในการประยุกต์ใช้ในบริบทที่แท้จริง	4.80	0.42	มากที่สุด
		3) การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	4.60	0.52	มากที่สุด
3	องค์ประกอบการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม	1) ความแท้จริงและความมีความหมายของการมีส่วนร่วมในกระบวนการนวัตกรรม	4.60	0.52	มากที่สุด
		2) การใช้กลยุทธ์ความร่วมมือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และผลประโยชน์ร่วมกัน	4.60	0.52	มากที่สุด
		3) ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และการพัฒนาทักษะนวัตกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
4	ทักษะนวัตกรรมของนักเรียน	1) การส่งเสริมการแก้ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ในบริบทการพัฒนาวัตกรรม	4.60	0.84	มากที่สุด
		2) การบูรณาการเครื่องมือดิจิทัลและเทคโนโลยีเพื่อการสร้างนวัตกรรมทางสังคม	4.80	0.42	มากที่สุด
		3) ความสามารถในการสร้างและนำแนวทางแก้ไขที่เป็นนวัตกรรมไปใช้แก้ปัญหา	4.80	0.42	มากที่สุด
5	ผลกระทบต่อทักษะนวัตกรรมของนักเรียน	1) การพัฒนาแนวคิดสร้างสรรค์ใหม่ที่มีความเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา	4.80	0.42	มากที่สุด
		2) การพัฒนาทักษะดิจิทัลและนวัตกรรมที่มีความรับผิดชอบต่อสังคม	4.60	0.52	มากที่สุด
		3) หลักฐานของการเพิ่มประสิทธิภาพในการประยุกต์ใช้จริงและผลกระทบที่แท้จริง	4.60	0.52	มากที่สุด
6	การประเมินโดยรวม	1) ความเหมาะสมและประสิทธิผลโดยรวมของรูปแบบการบริหารโครงการ	4.60	0.84	มากที่สุด
		2) ความสมดุลระหว่างทฤษฎี การปฏิบัติ และการมีส่วนร่วมในกระบวนการนวัตกรรม	4.60	0.52	มากที่สุด
		3) ความสามารถในการปรับใช้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และบริบทที่หลากหลาย	4.60	0.84	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย			4.68	0.52	มากที่สุด

ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ารูปแบบมีความเหมาะสมในระดับสูงสุดทุกด้าน ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.52) โดยวัตถุประสงค์มีความชัดเจนและสอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) องค์ประกอบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการสามารถประยุกต์ใช้ในบริบทที่แท้จริงได้ดี ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) ขณะที่องค์ประกอบการเรียนรู้ฐานนวัตกรรมได้รับการประเมินสูงสุดในด้านความสอดคล้องกับการพัฒนาทักษะนวัตกรรม ($\bar{X} = 5.00$,

S.D. = 0.00) รูปแบบสามารถส่งเสริมการบูรณาการเครื่องมือดิจิทัลเพื่อการสร้างนวัตกรรมทางสังคม ($\bar{X}$ = 4.80, S.D. = 0.42) และพัฒนาแนวคิดสร้างสรรค์ใหม่ ($\bar{X}$ = 4.80, S.D. = 0.42) การประเมินโดยรวมชี้ให้เห็นว่ารูปแบบมีความสมดุลระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ ($\bar{X}$ = 4.60, S.D. = 0.52) และสามารถปรับใช้ในบริบทที่หลากหลายได้ ($\bar{X}$ = 4.60, S.D. = 0.84) ผลการประเมินยืนยันว่ารูปแบบมีความเหมาะสมและมีศักยภาพในการส่งเสริมทักษะนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุม สอดคล้องกับแนวทางการศึกษาในศตวรรษที่ 21

อภิปรายผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 การพัฒนารูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมเพื่อเสริมสร้างทักษะนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษา รูปแบบที่พัฒนาขึ้นแสดงถึงการบูรณาการอย่างเป็นระบบระหว่างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงงานและกระบวนการเรียนรู้ฐานนวัตกรรมสอดคล้องกับทฤษฎีการศึกษาสมัยใหม่ที่เน้นบริบทแท้จริง (Authentic Context) การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายฝ่าย (Multi-stakeholder Engagement) และความสัมพันธ์แบบสองทิศทาง (Bidirectional Relationship) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และความรับผิดชอบต่อสังคมของนักเรียน (Anderson & Shattuck, 2024) องค์ประกอบสำคัญของรูปแบบประกอบด้วย ครูผู้ช่วยอำนวยความสะดวกคุณภาพสูง การมีส่วนร่วมของนักเรียนในบริบทแท้จริง การทำงานร่วมกันแบบสหวิทยาการ การพัฒนาแนวทางแก้ไขปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และการสื่อสารกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งบูรณาการเพื่อสร้างประสบการณ์เรียนรู้ที่สมบูรณ์และพัฒนาทักษะนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง (Holmes et al., 2024)

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 การจัดทำแนวทางการประยุกต์ใช้รูปแบบในบริบทการศึกษาที่หลากหลาย แนวทางการประยุกต์ใช้รูปแบบนี้สามารถปรับตามบริบทของแต่ละสถานศึกษา ทั้งด้านทรัพยากร โครงสร้างบุคลากร และลักษณะนักเรียน โดยมุ่งเน้นให้การเรียนรู้เกิดจากงานที่แท้จริงและความหมายต่อชุมชนและสังคม (Lee & Kim, 2024) แนวทางครอบคลุมขั้นตอนวิเคราะห์บริบท เตรียมความพร้อมบุคลากร พัฒนาเครือข่ายความร่วมมือ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และติดตามประเมินผลอย่างเป็นระบบ การสร้างเครือข่ายกับสถาบันอุดมศึกษา องค์การวิจัย ภาคอุตสาหกรรม และชุมชนท้องถิ่นช่วยให้นักเรียนเข้าถึงทรัพยากรและผู้เชี่ยวชาญได้มากขึ้น พร้อมสนับสนุนการพัฒนาครูผู้สอนให้มีทักษะการจัดการเรียนรู้และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 การสร้างรูปแบบที่ครอบคลุมในการพัฒนาศักยภาพด้านทักษะนวัตกรรมสำหรับศตวรรษที่ 21 รูปแบบนี้บูรณาการทักษะสำคัญหลายมิติ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา การทำงานร่วมกันและสื่อสาร นวัตกรรมดิจิทัล และความรับผิดชอบต่อสังคม กระบวนการเรียนรู้เน้นการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงและการทำงานผ่านกระบวนการวนซ้ำ (Iterative Process) โดยนักเรียนได้รับข้อเสนอแนะจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Feedback-based Refinement) เพื่อปรับปรุงแนวคิดและนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง (Zhang & Liu, 2023) กระบวนการนี้ช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสาร การรับฟังอย่างสร้างสรรค์ ความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนแนวคิด และทักษะดิจิทัลที่หลากหลาย ตั้งแต่การใช้เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล จนถึงการสร้างพอร์ตโฟลิโอดิจิทัล

วัตถุประสงค์ข้อที่ 4: การประเมินรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญและการประเมินในระดับ “มาก” ขึ้นไป ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญจากสาขาการออกแบบการสอน การประเมินผลการศึกษา การศึกษาฐานนวัตกรรม และการบริหารการศึกษา พบว่ารูปแบบมีความเหมาะสมในระดับสูงสุดทุกด้าน ($\bar{X}$ = 4.68, S.D. = 0.52) โดยเฉพาะองค์ประกอบการเรียนรู้ฐานนวัตกรรมที่ได้รับการประเมินสูงสุดในด้านความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และการพัฒนาทักษะนวัตกรรม ($\bar{X}$ = 5.00, S.D. = 0.00) รูปแบบมีความ



ชัดเจนในวัตถุประสงค์ ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) สามารถประยุกต์ใช้ในบริบทที่แท้จริง ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) และส่งเสริมการบูรณาการเครื่องมือดิจิทัลเพื่อการสร้างนวัตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) การประเมินโดยรวมยืนยันว่ารูปแบบมีความสมดุลระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ สามารถปรับใช้ในบริบทที่หลากหลาย และมีศักยภาพในการพัฒนาทักษะนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษาอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับแนวทางการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (Thompson & Morrison, 2024; Chu et al., 2023)

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

1. กรอบแนวคิดและรูปแบบการบริหารโครงการแบบบูรณาการ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนารอบแนวคิดใหม่ที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการ (Project-Based Learning in Science Education) กับการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม (Innovation-Based Learning) อย่างเป็นระบบ แตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่มักศึกษาแยกกัน โดยกรอบนี้เน้นความสัมพันธ์สองทิศทางระหว่างการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ผ่านโครงการกับการพัฒนาทักษะนวัตกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม (Holmes et al., 2024; Anderson et al., 2024) จากกรอบแนวคิดดังกล่าวจึงได้พัฒนารูปแบบการบริหารโครงการ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ครูผู้ช่วยอำนวยความสะดวกคุณภาพสูง, การมีส่วนร่วมของนักเรียนในบริบทที่แท้จริง, การทำงานร่วมกันแบบสหวิทยาการ, การพัฒนาแนวทางแก้ไขปัญหาเชิงสร้างสรรค์, และการสื่อสารกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย รูปแบบนี้ออกแบบให้แต่ละองค์ประกอบเสริมสร้างกันอย่างเป็นระบบ แตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่มักเน้นเพียงบางองค์ประกอบ (Thompson & Morrison, 2024; Lee & Kim, 2024)

2. กลไกการพัฒนาทักษะนวัตกรรมและกรอบการประเมินแบบหลายมิติ

งานวิจัยได้พัฒนากลไกสำคัญผ่านกระบวนการวนซ้ำที่มีข้อเสนอแนะจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลากหลาย (Feedback-based Refinement from Multiple Stakeholders) แสดงว่าทักษะนวัตกรรมเกิดจากการปรับปรุงแนวคิดและนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง ไม่ใช่เพียงผลลัพธ์สุดท้ายของโครงการ (Zhang & Liu, 2023; Nguyen & Davis, 2023) นอกจากนี้ยังพัฒนารอบการประเมินแบบหลายมิติครอบคลุม 5 ทักษะหลัก ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์, การคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา, การทำงานร่วมกันและสื่อสาร, นวัตกรรมดิจิทัล, และความรับผิดชอบต่อสังคม โดยระบุตัวชี้วัดชัดเจน สามารถติดตามและประเมินพัฒนาการนักเรียนได้อย่างเป็นระบบ (Thompson & Morrison, 2024; Chu et al., 2023)

3. แนวทางการพัฒนาศักยภาพครูและการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล

งานวิจัยพัฒนารอบการเตรียมครูให้สามารถอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ฐานนวัตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครอบคลุมความรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะการจัดการเรียนรู้เชิงผู้เรียน การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และการสร้างเครือข่ายความร่วมมือ โดยเน้นการพัฒนาผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพและการปฏิบัติจริง (Learning by Doing) แทนการอบรมแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว (Dewi & Primayana, 2024; Patel & Anderson, 2024) การบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลไม่เพียงนำเสนอเนื้อหา แต่สนับสนุนการทำงานร่วมกัน การเข้าถึงผู้เชี่ยวชาญและทรัพยากร การบันทึกกระบวนการคิด และการสร้างพอร์ตโฟลิโอดิจิทัลที่สะท้อนพัฒนาการนักเรียน (Wang & Chen, 2023; García & Rodríguez, 2024)

4. แนวทางการสร้างเครือข่ายความร่วมมือและแบบจำลองการประยุกต์ใช้ที่ยืดหยุ่น

งานวิจัยพัฒนาการสร้างเครือข่ายความร่วมมือแบบสองทิศทาง (Bidirectional Partnership) ระหว่างสถานศึกษากับภาคีภายนอก เช่น สถาบันอุดมศึกษา องค์กรวิจัย ภาคอุตสาหกรรม และชุมชนท้องถิ่น แตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่มักเน้นความร่วมมือทางเดียว โดยเครือข่ายแบบสองทิศทางสร้างประโยชน์ทั้งต่อสถานศึกษาและภาคีเครือข่าย รวมทั้งสร้างแรงจูงใจและความยั่งยืน (O'Brien & Smith, 2024; Silva et al.,

2024) นอกจากนี้ได้พัฒนาแบบจำลองการประยุกต์ใช้รูปแบบที่ยืดหยุ่น สามารถปรับตามทรัพยากร โครงสร้าง บุคลากร และลักษณะนักเรียนในแต่ละบริบท โดยยังคงแก่นของการพัฒนาทักษะนวัตกรรม

องค์ความรู้ใหม่ทั้ง 4 ประการนี้มีคุณค่าเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ เติมเต็มช่องว่างด้านการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการกับการเรียนรู้ฐานนวัตกรรม และเป็นแนวทางสำคัญสำหรับการพัฒนาหลักสูตร การออกแบบกิจกรรม การพัฒนาครู และการบริหารจัดการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

สรุป

การวิจัยครั้งนี้พัฒนารูปแบบการบริหารโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ฐานนวัตกรรมเพื่อเสริมสร้างทักษะนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยตอบสนองต่อความจำเป็นในการปฏิรูปการศึกษาที่เน้นพัฒนานวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาสังคมในศตวรรษที่ 21 รูปแบบที่พัฒนาขึ้นบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการกับการเรียนรู้ฐานนวัตกรรมผ่าน 5 องค์ประกอบหลัก และส่งผลต่อการพัฒนาผู้เรียนในสามด้านสำคัญ ดังนี้

1. **การพัฒนาความสามารถทางวิชาการและทักษะนวัตกรรม** รูปแบบส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะสำคัญ 5 ด้าน คือ ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา การทำงานร่วมกันและสื่อสาร นวัตกรรมดิจิทัล และความรับผิดชอบต่อสังคม ผ่านกระบวนการวนซ้ำที่มีข้อเสนอแนะจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลากหลาย ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการเป็นนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21

2. **การเพิ่มประสิทธิภาพการเข้าถึงทรัพยากรและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้** การบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเป็นระบบช่วยให้นักเรียนเข้าถึงแหล่งความรู้และผู้เชี่ยวชาญได้กว้างขวาง มีโอกาสทำงานร่วมกันผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ และสร้างพอร์ตโฟลิโอดิจิทัล การสร้างเครือข่ายความร่วมมือแบบสองทิศทางกับสถาบันอุดมศึกษา องค์กรวิจัย ภาคอุตสาหกรรม และชุมชนท้องถิ่น ช่วยขยายโอกาสในการเรียนรู้และประสบการณ์จริงที่หลากหลาย

3. **การเพิ่มประสิทธิภาพการลงทุนและความยั่งยืน** รูปแบบมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับใช้ในบริบทที่หลากหลาย การพัฒนาศักยภาพครูผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพและการปฏิบัติจริงช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในระยะยาว การสร้างความร่วมมือแบบสองทิศทางทำให้ทั้งสถานศึกษาและภาคีเครือข่ายได้รับประโยชน์ร่วมกัน ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ารูปแบบมีความเหมาะสมในระดับสูงสุดทุกด้าน ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.52) ยืนยันความคุ้มค่าและศักยภาพในการนำไปใช้จริงเพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเป็นนวัตกรรมที่สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อพัฒนาสังคมและประเทศชาติอย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 **สำหรับสถานศึกษาและผู้บริหาร** สถานศึกษาควรเริ่มจากการวิเคราะห์บริบท ความพร้อมด้านทรัพยากร บุคลากร และลักษณะผู้เรียน จากนั้นปรับองค์ประกอบของรูปแบบให้เหมาะสมโดยคงหลักการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฐานโครงการกับกระบวนการนวัตกรรมไว้ ผู้บริหารควรสนับสนุนทรัพยากรงบประมาณ อุปกรณ์ เทคโนโลยีดิจิทัล และการพัฒนาครู พร้อมสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับสถาบันอุดมศึกษา องค์กรวิจัย ภาคอุตสาหกรรม และชุมชน เพื่อขยายโอกาสการเรียนรู้และเข้าถึงทรัพยากรหลากหลายสำหรับนักเรียน



1.2 สำหรับครูผู้สอนและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ครูควรพัฒนาตนเองต่อเนื่องทั้งด้านความรู้วิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้เชิงผู้เรียน และทักษะดิจิทัล พร้อมเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ช่วยอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ที่ กระตุ้นให้นักเรียนคิดสร้างสรรค์และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูควรเข้าร่วมชุมชนวิชาชีพเพื่อแลกเปลี่ยนแนวปฏิบัติ ผู้ปกครองควรสนับสนุนทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนรู้จากความล้มเหลว ส่วนหน่วยงานภายนอกควรสนับสนุนผ่าน ความร่วมมือแบบสองทิศทาง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยเพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ ควรทำวิจัยติดตามผลระยะยาว 3-5 ปี เพื่อศึกษาผลกระทบต่อการเรียน การเลือกศึกษาต่อ การเข้าร่วมกิจกรรมนวัตกรรม และความสำเร็จในอาชีพ รวมทั้งการวิจัยเชิงทดลองหรือกึ่งทดลองเปรียบเทียบผลการเรียนรู้และทักษะนวัตกรรมระหว่างรูปแบบใหม่กับวิธี ดั้งเดิม พร้อมพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะนวัตกรรมที่มีมาตรฐานและใช้ได้ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

2.2 การวิจัยเพื่อขยายองค์ความรู้และประยุกต์ในบริบทใหม่ ควรพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูเพื่อ จัดการเรียนรู้ฐานนวัตกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ ครอบคลุมความรู้ ทักษะ ทัศนคติ และการสร้างชุมชนการเรียนรู้ ทางวิชาชีพ รวมทั้งศึกษาการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเฉพาะประเภท เช่น AI, VR หรือแพลตฟอร์มออนไลน์ในการ ส่งเสริมทักษะนวัตกรรม และเปรียบเทียบการใช้ในบริบทต่างประเทศหรือวัฒนธรรมที่แตกต่าง รวมถึงประเมินผล กระทบของนวัตกรรมต่อตัวนักเรียน ชุมชน และสังคมเพื่อเชื่อมโยงการศึกษากับการพัฒนาที่ยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- Amir, M. F. (2023). Collaborative professional development for mathematics teachers: Enhancing pedagogical practices through community of practice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 26(5), 547-573. <https://doi.org/10.1007/s10857-023-09587-2>
- Anderson, K. L., Mitchell, R. J., & Thompson, S. M. (2024). Innovation-based integrated approaches in secondary science education: Impact on student creativity and scientific literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 33(2), 245-262. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10156-8>
- Anderson, P. R., & Shattuck, J. C. (2024). Transforming STEM education through innovation-driven pedagogical models. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00478-3>
- Andersson, C., & Palm, T. (2024). Adaptive testing in mathematics education: Measuring skills development and learning progression. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 36(1), 87-112. <https://doi.org/10.1007/s11092-024-09421-6>
- Audrin, C., Audrin, B., & Steiner, E. (2024). Teacher digital competence and innovative pedagogical practices: A comprehensive framework for professional development. *Computers & Education*, 210, 104978. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104978>
- Brown, M. A., & Martinez, L. E. (2023). Teacher collaboration and authentic learning contexts in specialized science programs. *Teaching and Teacher Education*, 134, 104312. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104312>

- Brown, M. A., & Martinez, L. E. (2023). Teacher collaboration and authentic learning contexts in specialized science programs. *Teaching and Teacher Education*, 134, 104312. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104312>
- Caprile, M., Palmén, R., Sanz, P., & Dente, G. (2024). Encouraging STEM innovation skills among young people through project-based learning. *European Journal of Education*, 59(1), e12584. <https://doi.org/10.1111/ejed.12584>
- Chi-Hang Tsoi, A., & Strønen, I. S. (2024). Artificial intelligence in creative education: Personalizing instruction and supporting innovative thinking development. *Journal of Educational Technology & Society*, 27(1), 156-178. <https://doi.org/10.30191/ETS.202401>
- Chu, S. K. W., Reynolds, R. B., Tavares, N. J., Notari, M., & Lee, C. W. Y. (2023). 21st century skills development through inquiry-based learning in science education. *Computers & Education*, 195, 104723. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104723>
- Dewi, K. S., & Primayana, K. H. (2024). Challenges in implementing project-based learning in secondary science classrooms: A systematic review. *Thinking Skills and Creativity*, 51, 101452. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101452>
- European Commission. (2024). *Science education for responsible citizenship and innovation: A framework for action*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2766/126314>
- García, M. R., & Rodríguez, A. S. (2024). Digital technologies in science education: Fostering innovation and collaborative learning. *Educational Technology Research and Development*, 72(1), 315-338. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10345-2>
- Haavind, S., Glazewski, K. D., & Hmelo-Silver, C. E. (2024). Facilitating collaborative problem-based learning: Teacher professional development for the digital age. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 18(1), 45-68. <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v18i1.34567>
- Holmes, K. A., Clement, J., & Albright, J. (2024). Science project-based learning: Engagement, inquiry, and 21st century skill development. *Research in Science Education*, 54(1), 89-108. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10178-4>
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (2024). Collaborative learning and digital innovation skills in STEM education. *Active Learning in Higher Education*, 25(1), 45-62. <https://doi.org/10.1177/14697874231205678>
- Le, P. T. A., Phan, T. T., & Nguyen, H. B. (2023). Curriculum design for community-based science education: Balancing standards with local needs. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(7), 2103-2128. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10389-4>
- Lee, J. H., & Kim, S. Y. (2024). Strategic management of specialized science classrooms: Building excellence in student research capabilities. *Asia Pacific Education Review*, 25(1), 123-141. <https://doi.org/10.1007/s12564-024-09876-5>



- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2023). STEM education in the digital age: Supporting talented students through specialized programs. *International Journal of Educational Research*, 118, 102145. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2023.102145>
- Mejias-Acosta, A., Sánchez-Bayón, A., & Rodríguez-Fernández, J. M. (2024). Assessment instruments for measuring innovation skills in secondary education: A validation study. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 49(3), 412-434. <https://doi.org/10.1080/02602938.2023.2267845>
- Miller, E. C., & Jackson, P. T. (2023). Integrated STEM models and real-world innovation contexts: Enhancing problem-solving skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(8), 1756-1784. <https://doi.org/10.1002/tea.21876>
- Naharia, T., Singh, P., & Kumar, R. (2024). Cross-cultural adaptability of innovation-based instructional models: A comparative analysis. *Comparative Education Review*, 68(2), 234-259. <https://doi.org/10.1086/728456>
- Ngoben, S. M. (2024). Sustaining educational partnerships through collaborative planning and data-driven accountability. *Journal of Educational Change*, 25(1), 89-115. <https://doi.org/10.1007/s10833-023-09487-3>
- Nguyen, T. H., & Davis, M. K. (2023). Hands-on engagement and authentic problem-solving in science project instruction. *Science Education*, 107(6), 1434-1458. <https://doi.org/10.1002/sce.21823>
- O'Brien, L. M., & Smith, C. R. (2024). Innovation-based learning models: Systematic approaches to curriculum integration. *Curriculum Journal*, 35(2), 234-253. <https://doi.org/10.1002/curj.245>
- Park, M., & Ko, Y. (2024). Fostering creative problem-solving and innovative thinking through science project-based learning in secondary education. *Thinking Skills and Creativity*, 52, 101498. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101498>
- Patel, N. V., & Anderson, R. D. (2024). Sustainability challenges in specialized science education programs: Administrative perspectives. *Educational Management Administration & Leadership*, 52(3), 678-695. <https://doi.org/10.1177/17411432231198765>
- Pelaez-Sanchez, S., Otero-Marcos, A., & Verde-Diego, C. (2024). Education for Industry 5.0: Digital competencies, creativity, and innovative teaching strategies. *Education and Information Technologies*, 29(4), 4523-4551. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12156-9>
- Rahman, M. M., Muñoz, A., & Muñoz, L. (2023). Integrating community engagement with science project-based learning: Enhancing civic responsibility. *International Journal of Science Education*, 45(12), 1023-1045. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2234567>
- Salo, O. P., Heikkinen, H. L. T., & Sjølie, E. (2024). Teacher experiences in implementing innovation-based instruction: Support needs and professional learning. *Teaching and Teacher Education*, 139, 104234. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.104234>

- Sarı, U., Çelik, H., & Şen, Ö. F. (2023). Developing teacher resources for community-based science projects: Guidelines and frameworks. *Journal of Science Teacher Education*, 34(6), 678-702. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2023.2189456>
- Silva, P., Lopes, B., Costa, M., Melo, A. I., Dias, G. P., Brito, E., & Seabra, D. (2024). The million-dollar question: Can internships boost employment and innovation skills in science education? *Studies in Higher Education*, 49(2), 389-404. <https://doi.org/10.1080/03075079.2023.2267891>
- Tang, Y., Chen, L., & Wang, X. (2025). Long-term impacts of innovation-based science education on student outcomes: A longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 47(1), 112-138. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2298765>
- Thompson, K. L., & Morrison, J. A. (2024). Motivating student engagement through authentic scientific inquiry challenges. *Journal of Educational Psychology*, 116(1), 78-94. <https://doi.org/10.1037/edu0000823>
- Vincent-Lancrin, S., González-Sancho, C., Bouckaert, M., de Luca, F., Fernández-Barrerra, M., Jacotin, G., Urgel, J., & Vidal, Q. (2023). *Fostering students' creativity and critical thinking in science education: What it means in practice*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/62212c37-en>
- Wang, C., & Chen, H. (2023). Digital platforms and online resources in specialized science education: Expanding learning opportunities. *Computers & Education*, 203, 104865. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104865>
- Wang, Y., & Li, H. (2024). Resource allocation for innovation-based science education: Infrastructure, technology, and support systems. *Educational Technology & Society*, 27(2), 234-256. <https://doi.org/10.30191/ETS.202402>
- Zhang, Y., & Liu, X. (2023). Digital visualization tools and virtual collaboration platforms in innovation-based science instruction. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(4), 1145-1162. <https://doi.org/10.1111/jcal.12789>