Research Article

การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและทักษะเชิงนวัตกรสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา ในรายวิชาการสร้างเว็บไซต์

THE DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL THINKING SKILLS AND INNOVATIVE SKILLS FOR GRADE 7 STUDENTS THROUGH STEM PROJECT-BASED LEARNING APPROACH IN A WEBSITE CREATION COURSE

ศรีสุดา สิงห์ชุม* ดุษฎี ศรีสองเมือง และ พัชรพล สิงห์ชุม
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Srisuda Singchum*, Dutsadee Srisongmuang and Phatcharaphon Singchum
Science and Technology Department, Mahasarakham University Demonstration School, Mahadarakham University

*E-mail: benyapa.ss21@gmail.com

Received: 12-06-2025
Revised: 05-09-2025
Accepted: 05-10-2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและทักษะเชิงนวัตกรสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา ในรายวิชาการสร้างเว็บไซต์ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 2) ศึกษาความคิดเชิงนวัตกรของนักเรียน และ 3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 80 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการออกแบบและสร้างเว็บไซต์ในหัวข้อที่สนใจ จำนวน 4 ครั้ง (ครั้งละ 2 ชั่วโมง) แบบประเมินทักษะเชิงนวัตกรของนักเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ ผลการศึกษาในภาพรวม พบว่าความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา (μ= 31.825, S.D. = 8.433) สูงกว่าก่อนเรียน (μ= 15.975, S.D. = 7.419) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบย่อยของแนวคิดเชิงคำนวณพบว่านักเรียนมีการพัฒนาด้านการคิดเชิงนามธรรมดีขึ้นมากที่สุด ผลการศึกษาทักษะเชิงนวัตกรของนักเรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (μ=3.77) คุณลักษณะของนักเรียนด้านการลงมือทำและการทดลอง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (μ =4.21) ผลการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (μ =4.35) นักเรียนพึงพอใจด้านบรรยากาศการเรียนมากที่สุด (μ =4.56)

คำสำคัญ: ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ทักษะเชิงนวัตกร ความพึงพอใจการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน สะเต็มศึกษา

ABSTRACT

This research, titled "The Development of Computational Thinking Skills and Innovative Skills of Grade 7 Students through STEM Project-Based Learning Approach in a Website Creation Course," aimed to (1) compare students' computational thinking abilities before and after learning, (2) study students' innovative thinking, and (3) investigate students' opinions toward STEM project-based learning. The sample group consisted of 80 Grade 7 students in the first semester of the 2024 academic year. The research instruments included a computational thinking assessment, a series of four STEM-based lesson plans (2 hours per session) on designing and creating websites based on students' interests, an innovative skills assessment, and a learning satisfaction questionnaire. The overall results revealed that students' computational thinking abilities after participating in STEM project-based learning (μ = 31.825, S.D. = 8.433) were significantly higher than before (μ = 15.975, S.D. = 7.419) at the 0.05 level of statistical significance. Regarding the subcomponents of computational thinking, students showed the greatest improvement in abstract thinking. The study of students' innovative thinking showed an overall high level (μ = 3.77), with the highest average score in the traits of action-taking and experimentation (μ = 4.21). Students' overall opinions toward the STEM project-based learning approach were very positive (μ = 4.35), with the highest satisfaction found in the learning atmosphere (μ = 4.56).

Keywords: computational thinking, innovative skills, learning satisfaction, STEM project-based learning

บทนำ

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาคน พัฒนาชาติ เป็นกลไกหลักในการทำให้คนมีคุณภาพ ทักษะที่จำเป็นในการพัฒนาคนให้มีคุณภาพที่ถูกหยิบยกขึ้นมาพูดถึงเป็นอย่างมากคือทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งได้แก่ ทักษะ 3R คือ อ่านออก (Reading) เขียนได้ (W(R)iting) มีทักษะในการคำนวณ (A(R)ithmatic) และทักษะ 8C คือ มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแก้ไขปัญหาได้ (Critical Thinking and Problem Solving) คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดเชิงนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration Teamwork and Leadership) ทักษะในการสื่อสาร และการรู้เท่าทันสื่อ (Communication Information and Media Literacy) ความเข้าใจความแตกต่างทางวัฒนธรรม กระบวนการคิดข้ามวัฒนธรรม (Cross-cultural Understanding) ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ และการรู้เท่าทันเทคโนโลยี (Computing and ICT Literacy) ทักษะทางอาชีพ และการเรียนรู้ (Career and Learning Skills) มีคุณธรรม มีเมตตา กรุณา มีระเบียบวินัย (Compassion; Panich, 2013)

การคิดเชิงคำนวณ เป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญที่จะทำให้นักเรียนมีความพร้อมสำหรับการใช้ชีวิต เป็นทักษะสำคัญสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (Amnuayporn, 2019) ประกอบด้วย การคิดแบบแยกส่วนประกอบ

และการย่อยปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) การกำหนดสาระสำคัญหรือคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) การคิดเชิงคำนวณจะช่วยเสริมการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดแก้ปัญหา มีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในศาสตร์อื่น ๆ หรือปัญหาทั่วไปได้อย่างเป็นระบบ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 2018)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) เป็นแนวทางหนึ่งสำหรับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาแนะนำว่าเป็นวิธีการสอนที่ดี (Barell, 2010; Bender, 2012) ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และบูรณาการความรู้รวมถึงประสบการณ์ในแขนงต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมาย ในกระบวนการดำเนินกิจกรรมผู้เรียนจะมีบทบาทสำคัญในการเลือกปัญหาที่จะศึกษา กำหนดแนวทางและวิธีการในการดำเนินการแก้ปัญหา ลงมือทำ สรุปผล เขียนรายงานการศึกษา และนำเสนอผลการศึกษาของตน โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาคอยแนะนำ (Puranachote, 2008) กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญมากในปัจจุบันและอนาคต (Amnuayporn, 2019) หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุงตัวชี้วัด พ.ศ. 2560) ได้ปรับปรุงสาระการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยี โดยมีจุดเน้นเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาการคำนวณ การออกแบบและเทคโนโลยี ให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เพื่อบูรณาการกับศาสตร์อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับวิธีดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในสาขานี้ยังมีน้อย ทำให้ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนได้ จึงนำกระบวนการดังกล่าวมาใช้ในรายวิชาการสร้างเว็บไซต์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา
2. เพื่อศึกษาระดับทักษะเชิงนวัตกรของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา
3. เพื่อสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยประกอบด้วย

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบจัดกิจกรรมโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based learning) ที่ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ร่วมกับแนวคิดการบูรณาการแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ตัวแปรตาม ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ทักษะเชิงนวัตกร และความคิดเห็นของนักเรียน

ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และ 1/2 จำนวน 80 คน ห้องเรียนโครงการพัฒนาศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ (SEM) โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เรื่องการออกแบบและสร้างเว็บไซต์ที่สนใจ รายวิชาการสร้างเว็บไซต์ ซึ่งเป็นรายวิชาเพิ่มเติมในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุงตัวชี้วัด พ.ศ. 2560) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

กรอบแนวคิดของการวิจัย

1. **แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มศึกษา**

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถทำได้หลากหลายแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา (STEM Project-Based learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งที่เน้นให้นักเรียนได้ความรู้จากการเป็นคนลงมือปฏิบัติ โดยนักเรียนจะมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ถึงปัญหาเพื่อกำหนดกรอบในการหาแนวทางการแก้ปัญหา โดยนำความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะ ค้นคว้ามาช่วยในการแก้ปัญหา มีการสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ของนักเรียน มีโอกาสทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และสามารถใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ไขปัญหา จนนำไปสู่การทำโครงงาน ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนให้ความสนใจเพราะการทำโครงงานสามารถเลือกหัวข้อที่จะค้นคว้าเองได้โดยที่ครูทำหน้าที่เพียงผู้ช่วยคอยชี้แนะเท่านั้น

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน Phukiatti (2001) กล่าวว่า ในการทำโครงงานผู้สอนจะต้องเป็นพี่เลี้ยงให้คำแนะนำช่วยเหลือและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการปูพื้นฐานก่อนประกอบไปด้วยขั้นตอน 7 ขั้นและการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา (STEM Project-Based learning) จะใช้กระบวนการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนนี้เพราะสอดคล้องกับขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ ร่วมกับการบูรณาการความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชาหลัก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยเน้นการนำความรู้เหล่านี้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

ขั้นที่ 1 การหาหัวข้อและการเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงาน หัวข้อเรื่องต้องเป็นหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจจริง ๆ ในระยะแรกจึงไม่ควรกำหนดเป็นรายวิชาแต่เป็นเรื่องอะไรก็ได้ที่ผู้เรียนสนใจอยากค้นคว้าหาคำตอบ ผู้สอนจะต้องพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ประกอบเสียก่อนว่ามีข้อมูล ตลอดจนแหล่งเรียนรู้เพียงพอหรือไม่ในการทำโครงงานนั้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนในการทำโครงงาน ผู้เรียนต้องคิดวางแผนล่วงหน้าว่าจะทำอย่างไรช่วงเวลาใด จากการเขียนเค้าโครงการทำโครงงานเสนอผู้สอน โดยทั่วไปจะเป็นการตอบคำถามว่าจะทำอะไร ทำไมต้องทำ ใครบ้างเป็นผู้กระทำ กระทำเมื่อใด ทำที่ไหน และจะทำอย่างไร ดังนั้นรายละเอียดในเค้าโครงการทำโครงงานจะเป็นเค้าโครงของสิ่งที่คาดหวังว่าจะต้องปฏิบัติ กำหนดวิธีทำงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์และรายละเอียดในการทำงานที่จะช่วยให้การปฏิบัติลุล่วงไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 3 การลงมือทำโครงงาน เป็นการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ที่ได้รับการเห็นชอบจากผู้สอน

ขั้นที่ 4 การบันทึกผลการปฏิบัติงาน เมื่อได้ข้อมูลจากการบันทึกแล้วผู้เรียนจะต้องแปลผลและสรุปผลการทดลองพร้อมทั้งอภิปรายผลของการศึกษาค้นคว้า หากไม่ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้จะต้องบอกข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงาน เป็นการเสนอผลจากการศึกษาค้นคว้าในรูปแบบของรายงานเพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบและเข้าใจถึงแนวคิด วิธีการศึกษาค้นคว้าและสิ่งที่ทำการศึกษาว่ามีผลเป็นอย่างไรด้วยการใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้น ตรงไปตรงมา และครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

ขั้นที่ 6 การนำเสนอโครงงาน หลังจากที่ได้ศึกษาและหาวิธีการในการแก้ปัญหาได้ผลออกมาแล้วจะต้องนำความรู้ที่ได้มาเผยแพร่ให้ผู้อื่นได้รับทราบในรูปของรายงานหรือเอกสาร หรือรายงานปากเปล่าด้วยสื่อเพาเวอร์พอยต์ (Power Point) หรือ นิทรรศการเป็นต้น

ขั้นที่ 7 การประเมินผลโครงงาน ควรประเมินให้ครบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการเตรียม ด้านการดำเนินงาน และด้านผลของโครงการ

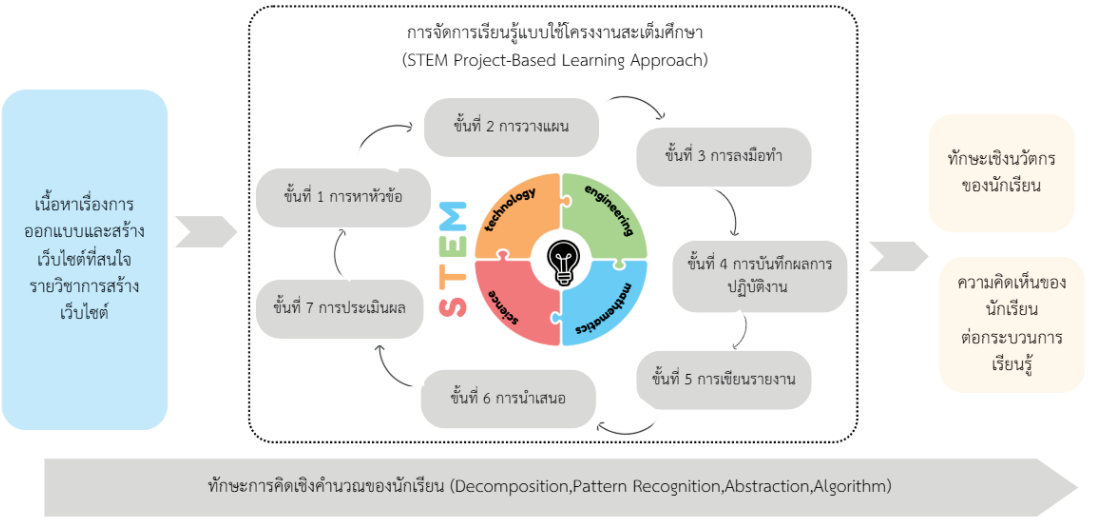
2. แนวคิดเชิงคำนวณ

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับการคิด วิเคราะห์หาวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ สามารถระบุเหตุผลของวิธีการแก้ปัญหาและนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ Ruangrong (2018), Duangchan (2018) การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นความสามารถพื้นฐานของการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและได้กำหนดองค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณไว้ 4 องค์ประกอบ IPST (2018) ได้แก่ 1) การคิดแบบแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) เป็นการพิจารณาและแบ่งปัญหาหรืองานออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น 2) การหารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) เป็นการพิจารณารูปแบบแนวโน้มของข้อมูลหรือปัญหา และพิจารณาความคล้ายหรือความเหมือนกันของปัญหาย่อยที่อยู่ในปัญหาเดียวกันหรือความเหมือนกันของรูปแบบการแก้ปัญหา 3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหาแยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ 4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นการออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงานโดยมีลำดับคำสั่งที่ชัดเจน การวัดประเมินผลมีหลายรูปแบบในการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้การออกแบบรูบริกให้คะแนน จากการวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณด้วยแบบทดสอบรูปแบบการสอบข้อเขียน ประเภทการเขียนตอบแบบอัตนัย ประกอบไปด้วยโจทย์หรือสถานการณ์ โดยมีข้อคำถามที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

3. ทักษะเชิงนวัตกร

ทักษะเชิงนวัตกร (Innovative Skill) คือ ผู้ที่มีความกล้าคิด กล้าเสี่ยง และริเริ่มในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ มีความรอบรู้ รู้จักเชื่อมโยงความคิด ตั้งคำถาม สังเกต มีปฏิสัมพันธ์และการทดลอง ผู้วิจัยได้สรุปคุณลักษณะของนวัตกร ว่าคือผู้ที่มีคุณลักษณะสำคัญ 4 ประการ ดังนี้ 1) มีการคิดเชิงบูรณาการ หรือคิดแบบเชื่อมโยง เป็นความคิดที่อาศัยจินตนาการผสมกับเหตุผลแล้วหาทางทำให้เกิดผลงานใหม่ ๆ 2) มีความช่างสังเกต คือ เป็นคนตาไว ชอบพิเคราะห์ พินิจพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ที่พบเห็นตลอดเวลา 3) ลงมือทำและทดลอง มีการวางแผนก่อนลงมือทำและทำการทดลองผลงานที่ได้ 4) มีปฏิสัมพันธ์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

จากกรอบแนวคิดข้างต้นผู้วิจัยสรุปเป็นกรอบแนวคิดเพื่อทำการศึกษาวิจัยดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยใช้แผนการวิจัยเชิงทดลองขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Design) จำนวน 2 แบบแผน ได้แก่ 1) แบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนและหลัง (The One-Group Pretest-Posttest Design; Nilphan, 2015) ใช้เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา และ 2) แบบกลุ่มเดียว ทดสอบหลังเรียน (The One-Shot Case Study; Nilphan, 2015) ใช้เพื่อศึกษาทักษะเชิงนวัตกรและศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา (Campbell & Stanley, 1963)

2. เครื่องมือที่ใช้และการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา เรื่อง การออกแบบและสร้างเว็บไซต์ที่สนใจ วิชาการสร้างเว็บไซต์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ รวม 8 คาบ (8 ชั่วโมง) โดยมีหัวข้อเรื่องดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับกรอบแนวคิด STEM Project-Based learning

กรอบแนวคิด	STEM Project-Based Learning	แผนการจัดการเรียนรู้
STEM Science Technology Engineer Mathematics	ขั้นที่ 1 การหาหัวข้อ ขั้นที่ 2 การวางแผน	ครั้งที่ 1 เรื่องการเสนอหัวข้อและวางแผนการทำเว็บไซต์
	ขั้นที่ 3 การลงมือทำ ขั้นที่ 4 การบันทึกผลการปฏิบัติงาน	ครั้งที่ 2 เรื่องการออกแบบและนำเสนอความก้าวหน้าครั้งที่ 1
	ขั้นที่ 5 การเขียนรายงาน	ครั้งที่ 3 เรื่องการนำเสนอความก้าวหน้าครั้งที่ 2
	ขั้นที่ 6 การนำเสนอโครงงาน ขั้นที่ 7 การประเมินผลโครงงาน	ครั้งที่ 4 เรื่องการนำเสนอเว็บไซต์ที่สมบูรณ์

2.2 แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ เป็นแบบวัดประเภทอัตนัย ที่มีข้อคำถามจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่กำหนดขึ้น 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ ครอบคลุมการใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบ

2.3 แบบประเมินทักษะเชิงนวัตกร เป็นแบบประเมินคุณลักษณะเชิงนวัตกรของผู้เรียนด้วยเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) 5 ระดับ ที่ประเมินโดยครูผู้สอนหลังขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา

2.4 แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา ลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ

เมื่อจัดทำเครื่องมือในการวิจัยเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำเครื่องมือไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ ซึ่งใช้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดโครงงานสะเต็มศึกษา 1 คน

3. สถิติที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (μ) ค่าร้อยละ (Percentage) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานประชากร (σ)

3.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ 1) การหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Validity) ของแบบทดสอบ โดยสูตรดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) 2) การหาค่าความยากง่าย (P) 3) การหาค่าอำนาจจำแนก (R) 4) การหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้สูตร t-test for Dependent

ตารางที่ 2 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์	วิธีการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล
1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียน	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และ 1/2 จำนวน 80 คน	แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ	1. ค่าเฉลี่ย (μ) 2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประชากร (σ) 3. ค่าที (t-test for Dependent)
2. เพื่อศึกษาระดับทักษะเชิงนวัตกรของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา	ประเมินความเป็นนวัตกรหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และ 1/2 จำนวน 80 คน	แบบประเมินความเป็นนวัตกร	1. ค่าเฉลี่ย (μ) 2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประชากร (σ) 3. มีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)
3. เพื่อสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา	ประเมินความคิดเห็นของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และ 1/2 จำนวน 80 คน	แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียน	1. ค่าเฉลี่ย (μ) 2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประชากร (σ) 3. เกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

ผลการศึกษา

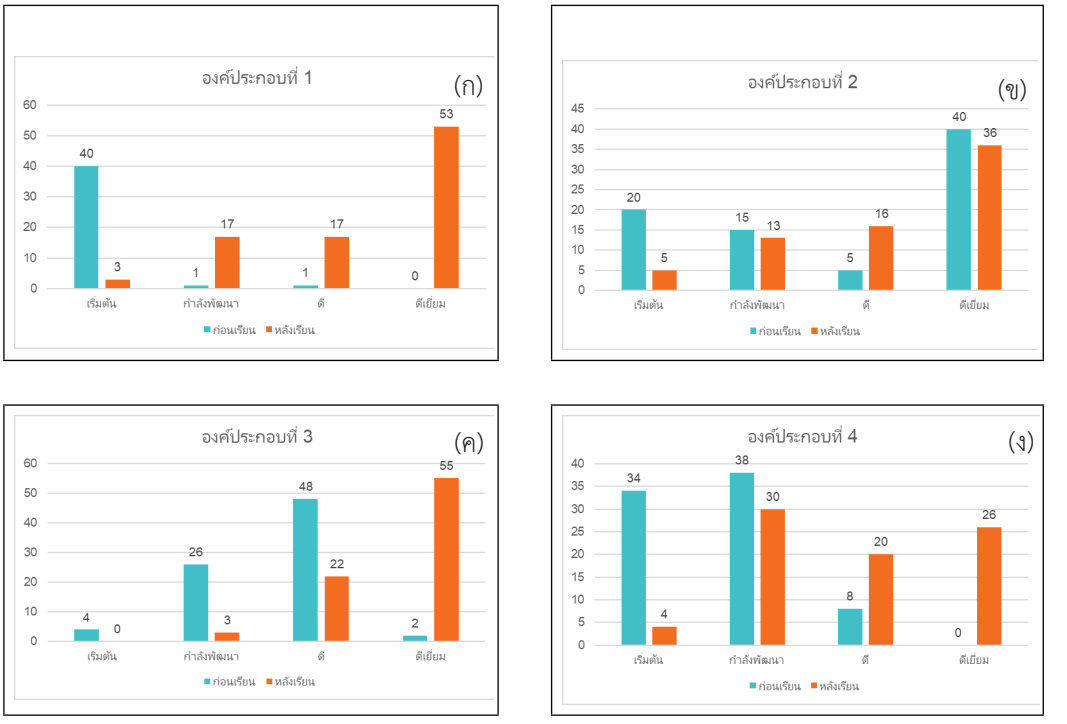
1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาพบว่าความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา (μ = 31.825, S.D. = 8.433) สูงกว่าก่อนเรียน (μ = 15.975, S.D. = 7.419) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา (N=80)

กลุ่มทดลอง	N	คะแนนเต็ม	μ	σ	t	Sig
ทดสอบก่อนเรียน	80	100	15.975	7.419	0.0728	.000
ทดสอบหลังเรียน	80	100	31.825	8.433		

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพที่ 2 ผลการทดสอบก่อนและหลังเรียน (ก) องค์ประกอบที่ 1 การคิดแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (ข) องค์ประกอบที่ 2 การหารูปแบบ (ค) องค์ประกอบที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม (ง) องค์ประกอบที่ 4 การออกแบบขั้นตอนวิธี

จากภาพที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนผลสอบจำแนกตามองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ พบว่า องค์ประกอบที่ 1 การคิดแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา ก่อนเรียนนักเรียนอยู่ในระดับเริ่มต้นและกำลังพัฒนา จำนวน 41 คน (ร้อยละ 51.25) นักเรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยมจำนวน 39 คน (ร้อยละ 48.75) หลังเรียนนักเรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม จำนวน 60 คน (ร้อยละ 75.00) องค์ประกอบที่ 2 การหารูปแบบของปัญหา ก่อนเรียนนักเรียนอยู่ในระดับเริ่มต้นและกำลังพัฒนา จำนวน 35 คน (ร้อยละ 43.75) นักเรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยมจำนวน 45 คน (ร้อยละ 56.25) หลังเรียนนักเรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม จำนวน 52 คน (ร้อยละ 65.00) องค์ประกอบที่ 3

การคิดเชิงนามธรรม ก่อนเรียนนักเรียนอยู่ในระดับเริ่มต้นและกำลังพัฒนา จำนวน 30 คน (ร้อยละ 37.50) นักเรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยมจำนวน 50 คน (ร้อยละ 62.50) และหลังเรียนนักเรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม จำนวน 77 คน (ร้อยละ 96.25) องค์ประกอบที่ 4 การออกแบบขั้นตอนวิธี ก่อนเรียนนักเรียนอยู่ในระดับเริ่มต้นและกำลังพัฒนา จำนวน 72 คน (ร้อยละ 90.00) นักเรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยมจำนวน 8 คน (ร้อยละ 10.00) หลังเรียนนักเรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม จำนวน 46 คน (ร้อยละ 57.50) ซึ่งการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์การคิดเชิงคำนวณของนักเรียนโดยรวมของแต่ละองค์ประกอบ

2. ผลการศึกษาระดับทักษะเชิงนวัตกรของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา

การประเมินทักษะเชิงนวัตกรของนักเรียน ผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้สอนประเมินนักเรียนหลังเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา พบว่า ผลการศึกษาทักษะเชิงนวัตกรของนักเรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (μ = 3.77) เมื่อพิจารณาแยกตามคุณลักษณะที่ทำการประเมินพบว่า การลงมือทำและการทดลองมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (μ = 4.21) รองลงมาคือความช่างสังเกต (μ = 3.88) ความมีปฏิสัมพันธ์ (μ = 3.56) และการคิดแบบบูรณาการหรือการคิดเชื่อมโยง (μ = 3.44) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาทักษะเชิงนวัตกรของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา

(N = 80)

คุณลักษณะที่ประเมิน	ระดับคะแนน (5 คะแนน)		
	μ	σ	ความหมาย
1. การคิดแบบบูรณาการหรือการคิดเชื่อมโยง	3.44	0.56	ระดับดี
2. ความช่างสังเกต	3.88	0.51	ระดับดีมาก
3. การลงมือทำและทดลอง	4.21	0.42	ระดับดีมาก
4. ความมีปฏิสัมพันธ์	3.56	0.48	ระดับดีมาก
ภาพรวม	**3.77**	**0.51**	ระดับดีมาก

3. ผลการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา

ผลการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (μ = 4.35) เมื่อพิจารณาแยกตามประเด็นที่ทำการประเมินพบว่า นักเรียนพึงพอใจด้านบรรยากาศการเรียนมากที่สุด (μ = 4.56) รองลงมาคือความรู้และทักษะที่นักเรียนได้รับ (μ=4.50) การวัดและประเมินผล (μ = 4.35) และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (μ = 4.23) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับความพึงพอใจ (5 ระดับ)		
	μ	σ	ความหมาย
1. บรรยากาศการเรียนรู้	4.56	0.47	ระดับดีเยี่ยม
2. บทบาทของครูที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้	4.11	0.51	ระดับดีมาก
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.23	0.42	ระดับดีมาก
4. การวัดและประเมินผล	4.35	0.48	ระดับดีมาก
5. ความรู้และทักษะที่นักเรียนได้รับ	4.50	0.42	ระดับดีมาก
ภาพรวม	**4.35**	**0.46**	ระดับดีมาก

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. สรุปผลการวิจัย

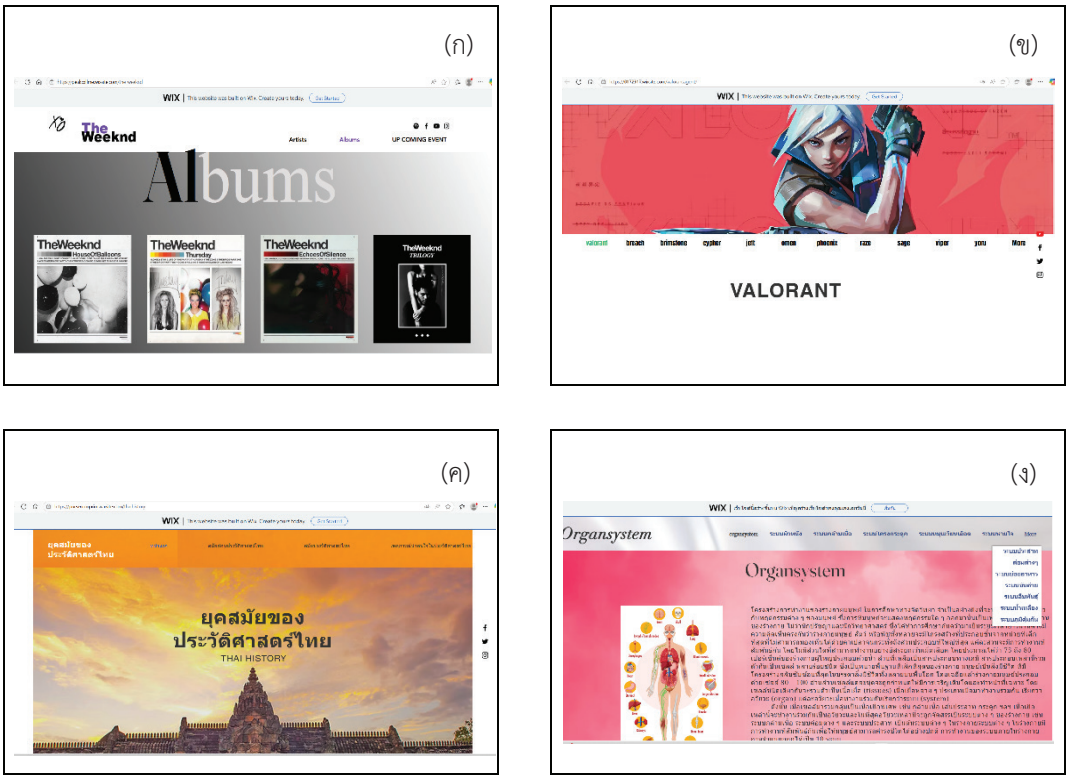
1.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนและหลังเรียน นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษาสูงขึ้น ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังเรียน ($\mu = 31.825$, $\sigma = 8.433$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\mu = 15.975$, $\sigma = 7.419$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดสอบในภาพรวม ก่อนการจัดการเรียนรู้มีนักเรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม จำนวน 7 คน (ร้อยละ 8.75) หลังการจัดการเรียนรู้มีผู้เรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม จำนวน 58 คน (ร้อยละ 72.50) เมื่อพิจารณาแยกองค์ประกอบพบว่าจะเห็นว่าทุกองค์ประกอบมีพัฒนาการที่ดีขึ้น

1.2 ผลการศึกษาระดับทักษะเชิงนวัตกรของนักเรียนหลังผ่านการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\mu = 3.77$) คุณลักษณะของนักเรียนด้านการลงมือทำและการทดลอง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\mu = 4.21$)

1.3 ผลการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวคิดแบบสะเต็มศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\mu = 4.35$) นักเรียนพึงพอใจด้านบรรยากาศการเรียนมากที่สุด ($\mu = 4.56$)

1.4 ตัวอย่างผลงานนักเรียน

หลังเรียนจบกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาในหัวข้อ การออกแบบและสร้างเว็บไซต์ที่สนใจ นักเรียนทุกคนสามารถออกแบบและสร้างเว็บไซต์ในรูปแบบเว็บไซต์สถิต (Static Website) แสดงออกถึงการมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยเฉพาะองค์ประกอบด้านการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และการย่อยปัญหา (Decomposition) ในการสรุปเนื้อหาในหัวข้อที่สนใจ การออกแบบและวางโครงสร้างของเนื้อหาเว็บไซต์ได้ และแสดงออกถึงการมีทักษะเชิงนวัตกรด้วย



ภาพที่ 3 ตัวอย่างผลงานเว็บไซต์ของนักเรียน (ก) เว็บไซต์เรื่อง The Weeknd Albums (ข) เว็บไซต์เรื่องเกม Valorant (ค) เว็บไซต์เรื่องยุคสมัยของประวัติศาสตร์ไทย (ง) เว็บไซต์เรื่อง Organ system

2. อภิปรายผล

2.1 จากการศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา ในภาพรวมก่อนการจัดการเรียนรู้มีนักเรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม จำนวน 7 คน (ร้อยละ 8.75) หลังการจัดการเรียนรู้มีผู้เรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม จำนวน 58 คน (ร้อยละ 72.50) ซึ่งมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษาอย่างชัดเจน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาการสร้างเว็บไซต์ ที่ผู้วิจัยศึกษาใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การหาหัวข้อและการเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงาน ขั้นที่ 2 การวางแผนในการทำโครงงาน ขั้นที่ 3 การลงมือทำโครงงาน ขั้นที่ 4 การบันทึกผลการปฏิบัติงาน ขั้นที่ 5 การเขียนรายงาน ขั้นที่ 6 การนำเสนอโครงงาน และขั้นที่ 7 การประเมินผลโครงงาน เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เผชิญ ซึ่งปัญหาคือการนำเสนอเนื้อหาที่สนใจในรูปแบบเว็บไซต์ ส่งผลให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้และหาวิธีแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดความเข้าใจในปัญหาได้อย่างชัดเจน โดยในการคิดแก้ปัญหานั้นผู้สอนเป็นผู้ให้ความสะดวกและให้ข้อเสนอแนะเท่าที่จำเป็น ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมในลักษณะที่ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหามีการออกแบบและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองสามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ (Palts & Pedaste, 2020) เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณพบว่ามีแนวโน้มของระดับการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณเพิ่มขึ้น

แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับเพิ่มขึ้น และจากผลการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณในแต่ละองค์ประกอบ พบว่า การหารูปแบบมีการพัฒนาน้อยที่สุด และการคิดเชิงนามธรรมมีการพัฒนามากที่สุด สอดคล้องกับ Kanyaprasit (2021) ซึ่งศึกษาเรื่องการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องโมเมนตัมและการชนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Ruangrong (2001) กล่าวว่า กระบวนการคิดที่ต้องใช้ทักษะและเทคนิคเพื่อแก้ไขปัญหา เป็นลำดับขั้นตอนและวิธีการแก้ไขปัญหาจะต้องถูกนำเสนอในรูปแบบที่ผู้แก้ปัญหาสามารถปฏิบัติตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะได้มาจากการใช้แนวคิดเชิงนามธรรมพิจารณาข้อมูลจำนวนมาก และสามารถหาเหตุผลจากฐานข้อมูลนั้นได้ อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณพบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (μ = 15.975, σ = 7.419) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (μ = 31.825, σ = 8.433) ค่อนข้างน้อยแม้ว่าจะมีพัฒนาการที่ดีขึ้น อาจเนื่องมาจากปัญหาของการทำข้อสอบแบบอัตนัยที่นักเรียนขาดทักษะการเขียนข้อความแบบยาว การบริหารจัดการเวลาไม่ทัน ขาดทักษะการวาดภาพและแผนภาพ (Sordjan & Topithak, 2023) นักเรียนบางคนตอบแบบทดสอบไม่ครบถ้วน เพราะในการทำแบบทดสอบต้องศึกษาสถานการณ์ให้เข้าใจก่อน รวบรวมความคิด และเขียนตอบเป็นขั้นตอน วาดภาพการออกแบบ หรือวาดแผนผังเพื่อถ่ายทอดให้เห็นถึงการใช้องค์ประกอบต่าง ๆ ของแนวคิดเชิงคำนวณ โดยเฉพาะองค์ประกอบด้านการหารูปแบบที่นักเรียนต้องค้นหาและพิจารณาปัญหาในสถานการณ์ จัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อปรับปรุงแก้ไข จนได้รูปแบบการแก้ปัญหาออกมา ซึ่งเป็นเรื่องค่อนข้างยากสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สอดคล้องกับ Kanyaprasit (2021) ที่พบว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านองค์ประกอบการหารูปแบบเพียงระดับปานกลาง

2.2 ผลการศึกษาระดับทักษะเชิงนวัตกรของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาตามคุณลักษณะของนวัตกรที่ประเมิน ประเด็นคุณลักษณะของนวัตกรรมที่นักเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือการลงมือทำและทดลอง พบว่านักเรียนสามารถลงมือทำเว็บไซต์ตามกระบวนการโครงงานสะเต็มศึกษาได้ โดยเริ่มตั้งแต่เลือกหัวข้อ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์โครงสร้างของเว็บไซต์ เลือกเครื่องมือสร้างเว็บไซต์ ทดสอบและเผยแพร่ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษานั้นทำให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาบูรณาการกับองค์ความรู้เดิมในการแก้ปัญหาต่าง ๆ นำมาซึ่งการลงมือทำและทดลองสร้างผลงาน สอดคล้อง (Dyer et al., 2011) กล่าวว่า นวัตกร คือ ผู้ที่ต้องมีความเชี่ยวชาญเฉพาะใน 5 ทักษะ คือ การเชื่อมโยงความคิด ตั้งคำถาม สังเกต ปฏิสัมพันธ์และทดลอง

2.3 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษาจากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า นักเรียนพึงพอใจบรรยากาศการเรียนมากที่สุด เนื่องจากในการจัดกิจกรรมครูใช้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนได้คิดและลงมือทำในสิ่งที่ตนเองสนใจ ทำให้บรรยากาศในห้องเรียนไม่น่าเบื่อ เพราะการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา นักเรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในห้องเรียน สอดคล้องกับ Puranachote (2008) ที่กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานว่า เป็นผู้กระตุ้นความสนใจให้นักเรียน ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน แนะนำให้ข้อคิดเห็นและสอดคล้องกับงานวิจัยของ Photeng (2015) ที่ได้ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนและหลังเรียน พบว่านักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษาสูงขึ้น ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดสอบในภาพรวมก่อนการจัดการเรียนรู้มีนักเรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยมร้อยละ 8.75 หลังการจัดการเรียนรู้มีผู้เรียนอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยมร้อยละ 72.50 เมื่อพิจารณาแยกองค์ประกอบพบว่าจะเห็นว่าทุกองค์ประกอบมีพัฒนาการที่ดีขึ้น ผลการศึกษาทักษะเชิงนวัตกรของนักเรียนหลังผ่านการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก คุณลักษณะของนักเรียนด้านการลงมือทำและการทดลอง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด และผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวคิดแบบสะเต็มศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก นักเรียนพึงพอใจด้านบรรยากาศการเรียนมากที่สุด อย่างไรก็ตามผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลวิจัยไปใช้

1.1) จากผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ได้ว่า องค์ประกอบที่ 2 การหารูปแบบมีผลพัฒนาค่อนข้างน้อย อาจเนื่องมาจากนักเรียนต้องศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาเว็บไซต์ของตนเองให้เข้าใจ ต้องนำเสนอโครงสร้างเนื้อหาให้ครบถ้วน พร้อมกับพัฒนาการคิดหารูปแบบของเว็บไซต์จากข้อมูลที่ตนเองมี ศึกษารูปแบบเว็บไซต์ของคนอื่นด้วย และต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ออกแบบเว็บไซต์ในเรื่องที่ตนเองทำให้น่าสนใจ ดังนั้นครูควรเพิ่มเติมแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนบูรณาการความรู้ที่มีและสร้างรูปแบบของตนเองได้ง่ายขึ้น

1.2) ผลการวิจัยด้านทักษะเชิงนวัตกรของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีทักษะเชิงนวัตกรในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก แต่ครูควรฝึกให้นักเรียนมีความคิดและประสบการณ์ที่หลากหลาย สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาเชื่อมโยงหรือประยุกต์กับองค์ความรู้ใหม่ได้ เช่น การนำเสนอแนวทางการทำเว็บไซต์โดยใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ อย่าง AI (Artificial Intelligence) เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1) ควรมีการศึกษาวิจัยพัฒนาการของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบอื่น

2.2) ควรมีการศึกษาวิจัยพัฒนาการของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในระดับชั้น เนื้อหาวิชา และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ

2.3) ควรมีการศึกษาวิจัยการพัฒนาทักษะด้านอื่นของนักเรียนร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานสะเต็มศึกษา เช่น ทักษะชีวิตและอาชีพ (Life & Career Skills) ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.4) การประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณควรใช้วิธีการที่หลากหลาย หรือพัฒนาแบบทดสอบอัตนัยแบบพหุมิติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประเมิน

เอกสารอ้างอิง

Amnuayporn, P. (2019). Development of Game-Based Learning Media Using Gamification Strategies to Enhance Computational Thinking in the Core Subject of Science and Technology (Computer Science) for Grade 2 Primary School Students. **Journal of Education, Srinakharinwirot University, 20**(2), 68-78.

Barell, J. (2010). **Problem-based learning: The foundation for 21st century skills**. In J. Bellanca & R. Brandt (Eds), 21st Century Skill: Rethinking How Student Learn. Bloomington, IN: Solution Tree Press.

Bender, W. N. (2012). **Project-Based Learning: Differentiating Instruction for the 21st Century**. CORWIN A SAGE Company.

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). **Experimental and quasi-experimental design for research.** Hope-Well, NJ: Houghton Mifflin.

Chapakie, R. (2015). **The effects of problem-based learning on biology learning achievement and learning satisfaction of Grade 12 students** (Master's thesis). Prince of Songkla University, Songkla, Thailand.

Code.org. (2015). **Computational thinking**. Retrieved from https://code.org/curriculum/unplugged.

Duangchan, S. (2018). **The effects of using a STEM education approach in physics on upper secondary students' computational thinking ability** (Master's thesis). Chulalongkorn University,Bangkok, Thailand.

Kanyaprasit, N. (2021). **Developing computational thinking using problem-based learning with a STEM approach on the topic of momentum and collisions for Grade 10 students** (Master's thesis). Naresuan University, Phitsanulok, Thailand.

Kong, S.C., Abelson, H. & Lai, M. (2010). **Computational Thinking Education**.

Ling, U. L., Saibin, T. C., Naharu, N., Labadin, J. & Aziz, N. A. (2018). An evaluation tool to measure computational thinking skills: Pilot investigation. **National Academy of Managerial Staff of Culture and Arts Herald, 1**, 606-614

McKenna, J. (2017). **Computational thinking in STEM classroom.** Retrieved from https://robomatter.com/blog-ct-in-stem-classroom/.

Nilphan, M. (2015). **Educational research methods**. Nakhon Pathom: Research and Development Center for Education, Faculty of Education, Silpakorn University.

Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education. (2017). **Indicators and core science content (Revised Edition B.E. 2560) according to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (Vol. 2)**. Bangkok: Cooperative League of Thailand Printing House.

Panich, V. (2013). **The Creation of Learning**. Bangkok: Saimkammajon.

Palts, T., & Pedaste, M. (2020). A model for developing computational thinking skills. **Informatics in Education, 19**(1), 113–128.

Phumpuang, P. (2018). **Organizing STEM-based learning activities using the engineering design process to develop scientific literacy on the topic of momentum and collisions for Grade 10 students** (Master's thesis). Naresuan University, Phitsanulok, Thailand.

Photeng, K. (2015). **The development of communication skills and project work ability through project-based learning for vocational certificate students**. (Master's thesis). Silpakorn University, Nakornpathom, Thailand.

Phukiatti, L. (2001). **Projects for learning: Principles and guidelines for activity organization.** Bangkok: Chulalongkorn University.

Puranachote, T. (2008). **A case study: Methods of conducting science projects**. Bangkok: Chulalongkorn University.

Ruangrong, P. (2001). **Information and communication technology made easy**. Retrieved from http://www.thaiwbi.com/course/ICT/index2.html. [2024, 10 Aug.]

Saenkhok, S., & Charoenin, U. (2022). The development of problem-based learning activities integrated with web-based lessons to enhance computational thinking ability of Grade 10 students. **Journal of Rajabhat Maha Sarakham University, 16**(2), 156–170. Retrieved from https://so05.tci-thaijo.org/index.php/rmuj/article/view/261034.

Sittipanon, S. (2015). **Modern teachers' instructional management for developing students' 21st-century skills**. Bangkok: 9119 Technic Printing Press.

Sordjan, N., & Topithak, K. (2023). The Development of Multidimensional Essay Test to measure analytical writing skills according to Marzano for students in grade 5**. Journal of Modern Learning Development,** 154-170.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2018). **Basic education textbook: Science and technology (computer science) for Grade 10 (Vol. 1)**. Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Yonsuriyan, N. (2020). **The effects of project-based learning combined with STEM education approach to promote innovativeness and creative works of Grade 5 students**. (Master's thesis). Silpakorn University, Nakornpathom, Thailand.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. **Communication of the ACM, 49**(3), 33-36.

.....