

การศึกษาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม: การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม
The Study of Computational Thinking and Science and Technology (Computing Science) Learning Achievement on Using Logical Thinking to Solve the Problems of Students in Grade 6 By Using Engineering Design Process: A Multivariate Analysis of Covariance

เพียงขวัญ แก้วเรือง, วิไลลักษณ์ ลังกา, อรุณา เจริญสุข

Phiangkwan Kaewruang, Wilailak Langka, Ornuma Charoensuk

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Faculty of Education, Srinakharinwirot University

E-mail: phiangkwan.fern@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดอัมพวัน จังหวัดสิงห์บุรี ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2564 จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 2) แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ (ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.600 – 0.773 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.570 – 0.884 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.960) 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.440 – 0.720 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.209 – 0.714 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.840) และ 4) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.587 – 0.747 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.551 – 0.947 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.967) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ 1) สถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง และ 2) สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม (MANCOVA)

ได้รับบทความ: 2 มิถุนายน 2565; แก้ไขบทความ: 4 กรกฎาคม 2565; ตอรับตีพิมพ์: 4 กรกฎาคม 2565

Received: June 2, 2022; Revised: July 4, 2022; Accepted: July 4, 2022

ผลการวิจัยพบว่า

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อควบคุมตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 15.213$, $df = 2$, $p = .000$) โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน = 15.955 (S.D. = 0.594) และ 7.182 (S.D. = 0.472) ขณะที่หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 34.000 (S.D. = 0.499) และ 15.864 (S.D. = 0.316) ตามลำดับ

คำสำคัญ: การคิดเชิงคำนวณ, การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม, วิทยาการคำนวณ

Abstract

The purpose of this research is to compare the computational thinking and computing science learning achievement on using logical thinking to solve the problems of students in grade 6 between before and after learning by using engineering design process when controlling scientific problem-solving ability. The sample in this study consisted of 22 students in Grade 6 at Wat Amphawan School during the second semester of the 2021 academic year. The research instruments include the following; 1) lesson plans based on engineering design process, 2) computational thinking test ($p = 0.600 - 0.773$, $r = 0.570 - 0.884$, and Reliability = 0.960), 3) computing science learning achievement tests ($p = 0.440 - 0.720$, $r = 0.209 - 0.714$, and Reliability = 0.840), 4) scientific problem-solving ability test ($p = 0.587 - 0.747$, $r = 0.551 - 0.947$ and Reliability = 0.967). The statistics used in this study were 1) descriptive statistics, which used mean, standard deviation, skewness, kurtosis and 2) hypothesis test with Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA).

The results of the research showed that:

The mean scores of computational thinking and computing science learning achievement when controlling scientific problem-solving ability of posttest were higher than those of pretest at the statistically significant .05 level ($F = 15.213$, $df = 2$, $p = .000$), the mean scores of pretest of computational thinking and computing science learning achievement were 15.955 (S.D. = 0.594) and 7.182 (S.D. = 0.472) while

the mean scores of posttest of computational thinking and computing science learning achievement were 34.000 (S.D. = 0.499) and 15.864 (S.D. = 0.316) respectively.

Keywords: Computational Thinking, Engineering Design Process, Computing Science

1. บทนำ

ปัจจุบันเศรษฐกิจ สังคมโลกเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก มีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ ใช้ในชีวิตประจำวันและใช้ในด้านอุตสาหกรรมการผลิตการบริการเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิต สังคม การพัฒนาประเทศให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงนี้รัฐจึงได้วางนโยบายประเทศไทย 4.0 ที่เน้นขีดความสามารถแข่งขันของประเทศตามแนวทางแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี จากนโยบายนี้ในปี พ.ศ. 2560 กระทรวงศึกษาธิการจึงมีการปรับเปลี่ยนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางให้สถานศึกษาและท้องถิ่นนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดทำหลักสูตร โดยได้ปรับเปลี่ยนหลักสูตรไปสู่หลักสูตรสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ โดยได้มีการกำหนดเป้าหมายหลักคือมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ และใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560: 5)

การคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา ค้นหาและพิจารณาปัญหา จัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสร้างวิธีการแก้ปัญหาด้วยการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน และสามารถทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อปรับปรุงแก้ไข นำไปสู่การหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการจัดการศึกษาอย่างมีคุณภาพจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในด้านการคิดเชิงคำนวณและมีความคิดสร้างสรรค์ในการเข้าใจโลกและเปลี่ยนแปลงโลกได้ (Wing, 2006: 33-35) การคิดเชิงคำนวณจะทำให้ผู้เรียนเกิดลำดับวิธีคิดเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ในที่สุด

จากปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันจะสังเกตเห็นได้ว่าผู้เรียนขาดโอกาสได้เลือกเรียนตามความสนใจหรือความถนัดของตนเอง และควรพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณให้เกิดขึ้น จึงควรมีการปรับเปลี่ยนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู โดยกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่

น่าสนใจวิธีหนึ่งคือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการที่สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรุคนิยม (Constructivism) ที่ถือเป็นทฤษฎีพื้นฐานในการเรียนรู้ที่คำนึงถึงผู้เรียนเป็นผู้สามารถประกอบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมให้ความสำคัญกับการบูรณาการการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีในการสร้างสรรค์นวัตกรรมในรูปแบบผลิตภัณฑ์และวิธีการเพื่อแก้ปัญหาที่ท้าทาย แต่เนื่องจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีขั้นตอนที่ค่อนข้างซับซ้อน จึงมีนักการศึกษาพยายามเสนอรูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ปรับให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน โดยหนึ่งรูปแบบนั้นคือ โมเดลรูปแบบการสอน SLED (The Science Learning through Engineering Design: SLED) เสนอโดย Capobianco และคณะ ซึ่งเป็นการทำให้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ง่ายลงเหมาะกับการสอนในระดับโรงเรียน ซึ่งโมเดล SLED นี้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) ระบุปัญหา 2) แลกเปลี่ยนและวางแผน 3) สร้างและทดสอบ 4) นำเสนอและรับฟังข้อเสนอแนะ และ 5) ปรับปรุงและทดสอบซ้ำ (Capobianco, Nyquist and Tyrie, 2013: 58) และพบว่า มีงานวิจัยที่นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปทดลองจัดการเรียนรู้ผลการวิจัยสามารถช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ ดังตัวอย่างงานวิจัยของอาทิตย์ ฉิมกุล (2559: 324-342) ที่ใช้จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกาย พบว่า นักเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนอยู่ในระดับดีมากและนักเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับดี

นอกจากรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแล้วยังมีตัวแปรร่วมที่ส่งผลต่อการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนคือความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยการศึกษาและสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณและนำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณมาหาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบมาตรฐานทางจิตวิทยา พบว่าการคิดเชิงคำนวณมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยทางสถิติกับความสามารถในการแก้ปัญหา ($r=0.67$) (González, et al., 2017: 678-691) จึงทำให้ผู้วิจัยต้องการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่อาจส่งผลต่อตัวแปรตามในงานวิจัยนี้ได้

จากมูลเหตุที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วมในการวิจัย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนในอำเภอพรหมบุรี จังหวัดสิงห์บุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ประกอบด้วยโรงเรียนจำนวน 14 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 133 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดอัมพวัน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2564 จำนวน 22 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) โดยมีหน่วยการสุ่มคือโรงเรียน ผลการสุ่มได้โรงเรียนวัดอัมพวัน ซึ่งมีนักเรียนที่กำลังชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ทั้งหมด 22 คน ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากการคำนวณจากโปรแกรม G*Power 3.1 โดยกำหนดค่าขนาดอิทธิพลจากงานวิจัยของ ญัฐฉัตร อรุณรัตน์ (2561) โดยได้ค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 1.11 กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05 และระบุอำนาจการทดสอบที่ .80 ได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 11 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มขนาดตัวอย่างเพื่อเป็นการป้องกันอัตราการขาดหายของตัวอย่าง รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 22 คน

3.2 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบแผนการทดลองเบื้องต้น (Pre – Experimental Design) ผู้วิจัยใช้การทดลองแบบหนึ่งกลุ่มวัดก่อนและหลัง (One group Pretest-posttest design) (อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, 2561: 142) มีแบบแผนการทดลองดังตาราง 1

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

	กลุ่ม 1	Obs ₁	Tx	Obs ₂
เมื่อ	Tx	หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม		
	Obs ₁	หมายถึง ผลที่ได้จากการวัดการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ก่อนการทดลอง		
	Obs ₂	หมายถึง ผลที่ได้จากการวัดการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) หลังการทดลอง		

3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้ทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ทดลองจัดการเรียนรู้รวมทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง

3.4 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง “การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา” ซึ่งตรงกับมาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม ตัวชี้วัด ว 4.2 ป.6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ออกแบบตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยทั้งสิ้น 5 แผน ใช้เวลาแผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง ผลการประเมินคุณภาพแผนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าจากการประเมินทั้งหมด 20 ประเด็น ผลการประเมินคุณภาพแผนการสอนทั้ง 5 แผนที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.22 – 4.47 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 0.20 – 0.27

2. แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหา 4 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามย่อยจำนวน 4 ข้อ ซึ่งจะวัดตามขั้นตอนของการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ชั้น จำนวนรวมทั้งหมด 16 ข้อย่อย การตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่ามีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.800 – 1.000 และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยการ try out พบว่ามีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.600 – 0.773 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.570 – 0.884 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.960

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.800 – 1.000 ค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.440 – 0.720 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.209 – 0.714 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.840

4. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหา 4 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามย่อยจำนวน 4 ข้อ ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.800 – 1.000 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.587 – 0.747 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.551 – 0.947 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.967

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำเครื่องมือการวิจัยไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดและแบบทดสอบ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ
2. ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เริ่มเก็บในปีการศึกษา 2/2564 ใช้เวลาในการทดลอง 20 ชั่วโมง

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

- สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ ความโด่ง
- สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม (Multivariate Analysis of Covariance: MANCOVA)

4. สรุปผลการวิจัย

4.1 ข้อมูลพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าความเบ้และค่าความโด่งของคะแนนการคิดเชิงคำนวณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์ผลคะแนนการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนเรียน จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน นักเรียนมีการคิดเชิงคำนวณต่ำสุดเท่ากับ 11 คะแนน สูงสุดเท่ากับ 22 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.955 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.594

ส่วนคะแนนหลังเรียนมีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 30 คะแนน สูงสุดเท่ากับ 38 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.000 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.499

ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำสุดเท่ากับ 4 คะแนน สูงสุดเท่ากับ 12 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.182 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.472 ส่วนคะแนนหลังเรียน มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 13 คะแนน สูงสุดเท่ากับ 18 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.864 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.316

ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากคะแนนเต็ม 48 คะแนน นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต่ำสุดเท่ากับ 29 คะแนน สูงสุดเท่ากับ 45 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.409 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.243

เมื่อพิจารณาค่าลักษณะการกระจายของข้อมูล พบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่มีลักษณะเบ้ซ้าย และเตี้ยกว่าโค้งกว่าปกติเล็กน้อย หรืออาจกล่าวได้ว่าการแจกแจงแตกต่างจากโค้งปกติเล็กน้อยจึงสามารถวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไปได้ ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าความเบ้และค่าความโด่งของคะแนนการคิดเชิงคำนวณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (n = 22 คน)

ตัวแปร	MIN	MAX	M	SD	Sk	Ku
1. การคิดเชิงคำนวณ						
ก่อนเรียน	11	22	15.955	0.594	0.144	-0.701
หลังเรียน	30	38	34.000	0.499	-0.288	-0.537
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน						
ก่อนเรียน	4	12	7.182	0.472	0.460	-0.767
หลังเรียน	13	18	15.864	0.316	-0.410	-1.115
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	29	45	37.409	5.243	-0.200	-1.389

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของคะแนนนักเรียนที่ได้รับจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่าผลการตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลของตัวแปรตามด้วยสถิติ Shapiro-Wilk โดยใช้คะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน พบว่า คะแนนการคิดเชิงคำนวณมีค่า $p\text{-value} = .537$ ($df = 22$) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่า $p\text{-value} = .125$ ($df = 22$) ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าข้อมูลทั้งหมดมีการแจกแจงแบบปกติ เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม

การตรวจสอบความสัมพันธ์ภายในกลุ่มของตัวแปรตามโดยใช้สถิติ Bartlett's test of Sphericity พบว่า การคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน แตกต่างจากเมตริกซ์เอกลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Bartlett's test of Sphericity = 15.537, $df = 2$, $p = .000$) แสดงว่าการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม

Shapiro-Wilk		Statistic	df	p-value
การคิดเชิงคำนวณ		.962	22	.537
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		.930	22	.125
Bartlett's test of Sphericity	Likelihood Ratio	Approx. Chi-Square	df	p-value
	.000	15.537	2	.000

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

4.3.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีคะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อควบคุมตัวแปรความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Wilks' Lambda = 0.384, $F = 15.213$, $df = 2$, $p = .000$) ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามของคะแนนการคิดเชิงคำนวณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

Within Subjects Effect	Multivariate test	Value	F	Hypothesis df	Error df	p-value
time	Pillai's Trace	.297	4.017*	2.000	19.000	.035
	Wilks' Lambda	.703	4.017*	2.000	19.000	.035
	Hotelling's Trace	.423	4.017*	2.000	19.000	.035
	Roy's Largest Root	.423	4.017*	2.000	19.000	.035
time* ความสามารถ ในการ แก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์	Pillai's Trace	.616	15.213*	2.000	19.000	.000
	Wilks' Lambda	.384	15.213*	2.000	19.000	.000
	Hotelling's Trace	1.601	15.213*	2.000	19.000	.000
	Roy's Largest Root	1.601	15.213*	2.000	19.000	.000

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3.2 ผลการวิเคราะห์รายตัวแปรตามของคะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามของค่าเฉลี่ยในแต่ละตัวแปรตาม โดยมีตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วมพบว่า เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแล้วนักเรียนมีการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 27.511$, $df = 1$, $p\text{-value} = .000$) เช่นเดียวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 5.641$, $df = 1$, $p\text{-value} = .028$) ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนของผู้เรียนรายตัวแปรตามก่อนและหลังเรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

Source	Measure	SS	df	MS	F	p-value
time	การคิดเชิงคำนวณ	6.272	1	6.272	5.372*	.031
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	.454	1	.454	.241	.629
time* ความสามารถใน การแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์	การคิดเชิงคำนวณ	32.124	1	32.124	27.511*	.000
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	10.645	1	10.645	5.641*	.028
Error(time)	การคิดเชิงคำนวณ	23.354	20	1.168		
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	37.742	20	1.887		

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. อภิปรายผลการวิจัย

ผลของการศึกษาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนในแต่ละตัวแปรตาม โดยมีตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม พบว่า เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแล้วนักเรียนมีการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 เช่นเดียวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐาน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify problem) ขั้นที่ 2 แลกเปลี่ยนและวางแผน (Share and Develop a plan) ขั้นที่ 3 สร้างและทดสอบ (Create and Test)

ขั้นที่ 4 นำเสนอและรับฟังข้อเสนอแนะ (Communicate results gather feedback) และขั้นที่ 5 ปรับปรุงและทดสอบซ้ำ (Improve and Retest) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจากกิจกรรมต่าง ๆ นักเรียนได้นำความรู้จากประสบการณ์ของตนเองมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา ได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ติดตัวมาก่อนเข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างเป็นขั้นตอน นักเรียนจึงเกิดการพัฒนาคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมจะเน้นกระบวนการสืบสอบ (Inquire method) สอดคล้องกับทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism) ที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเซวาร์ปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และไวทอสกี (Vygotsky) (ทศนา แคมมณี. 2553: 91-92) มีความเชื่อว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองด้วยการปฏิบัติหรือลงมือทำ มีการจัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับด้วยความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม การที่นักเรียนได้เรียนรู้จริง ลงมือปฏิบัติจริงอย่างต่อเนื่องจะช่วยพัฒนาระดับสติปัญญาและความคิด และพัฒนาการทางเซวาร์ปัญญาของนักเรียน เมื่อนักเรียนเรียนรู้เรื่องใหม่จะเกิดการรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่เดิมและเกิดการพัฒนาทางสติปัญญาเกิดขึ้น

นักเรียนมีการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักวางแผนการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนระดมความคิดและช่วยกันตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างเป็นขั้นตอน และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดการเรียนการสอนทั้ง 5 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนนี้จะเห็นได้ว่าได้มีความสัมพันธ์ที่ช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณครบทั้ง 4 ขั้นตอน ซึ่งได้แก่ 1) การแยกส่วนย่อยปัญหา (Decomposition) 2) การหารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) 3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) 4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) 5) การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในแต่ละขั้นตอน จึงช่วยทำให้เสริมสร้างและพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Leonard และคนอื่น ๆ (2016: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน จำนวน 124 คน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบหุ่นยนต์และเกมโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมการสอนทางคอมพิวเตอร์ แสดงให้เห็นว่าการคิดเชิงคำนวณควรส่งเสริมด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้แก้ปัญหาผ่านการออกแบบและสร้างชิ้นงานขึ้นมา

และสอดคล้องกับพิเชฐ ศรีสังข์งาม (2564: บทคัดย่อ) ที่ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นทำให้ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนสูงขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้นี้ท้าทายผู้เรียนด้วยปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ

เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแล้วนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ให้นักเรียนพบเจอกับปัญหาและหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และได้เรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อน ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้ รู้สึกตื่นเต้นและสนุกสนานนักเรียนที่ได้แก้ปัญหา ได้ลองผิดลองถูก และได้สร้างสรรค์ผลงาน การเรียนรู้ในแต่ละขั้นใช้ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่มีอยู่แล้วจากประสบการณ์เดิมที่ได้เรียนมาหรือความรู้ใหม่ที่นักเรียนได้ค้นหาเพิ่มเติมด้วยตนเองจากบทเรียนเพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานออกมา และในกระบวนการยังมีการให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน นักเรียนมีโอกาสเสนอความคิดเห็นและได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการความคิดเห็นของครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Edy Shahali และคณะ (2016: บทคัดย่อ) ได้ทดลองนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนจำนวน 129 คน พบว่าการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการทำชิ้นงานเพิ่มขึ้นจากระดับปานกลางไประดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนมีความสนใจในเรียนเพิ่มขึ้นจากระดับปานกลางไประดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของน้ำฝน เบ้าทองคำ (2561: บทคัดย่อ) ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นเน้นให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและลงมือปฏิบัติจริง สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือความรู้

พื้นฐานเดิมของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานเดิมค่อนข้างน้อยนักเรียนอาจรู้สึกว่าการกิจกรรมยาก ไม่มีความสุขในการเรียน และอาจส่งผลให้นักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม ทำให้นักเรียนกลุ่มนี้อาจถูกละเลยได้ ครูอาจแก้ไขโดยการพยายามออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสมีส่วนร่วมให้มากที่สุด และพยายามสังเกตอยู่ตลอดว่ามีนักเรียนที่เกิดปัญหานี้ขึ้นหรือไม่

2. ครูอาจปรับกิจกรรมให้นักเรียนเป็นผู้ได้เลือกประเด็นปัญหาในการทำกิจกรรมด้วยตนเองตามความสนใจของแต่ละกลุ่ม แต่นักเรียนอาจเลือกปัญหาที่ใหญ่ ยุ่งยาก และมีความซับซ้อนเกินไป ครูอาจช่วยให้คำแนะนำเพื่อให้นักเรียนได้ประเด็นปัญหาที่เหมาะสมยิ่งขึ้น การที่นักเรียนได้เลือกประเด็นปัญหาเองจะทำให้นักเรียนรู้สึกท้าทายและมีความสุขในการเรียนมากขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน จึงควรมีการศึกษาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนจากการได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐวุฒิ อรุณรัตน์. (2561). ผลการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ.*
- ทิตนา แคมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- น้ำฝน เบ้าทองคำ และ กฤษณา ปิ่นป้อม (2561). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายกรดและเบส โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารครุพิบูล*, 6(2), 219-230.
- พิเชฐ ศรีสังข์งาม และ ชัยยศ เดชสุระ. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารวิจัยราชภัฏกรุงเทพฯ*, 18(2), 107-114.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชา พื้นฐานวิทยาศาสตร์ สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับประถมศึกษา*

- และมัธยมศึกษา. <https://www.scimath.org/ebook-technology/item/8376-2560-2551> (สืบค้นเมื่อ 13 สิงหาคม 2564)
- อาทิตย์ นิมกุล. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. *Online Journal of Education*, 12(1), 324-342.
- อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล. การวิจัยทางการศึกษา : แนวคิดและการประยุกต์ใช้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Capobianco, B. M., Nyquist, C., & Tyrie, N. (2013). Shedding Light on Engineering Design. *Science and Children*, 50(5), 58.
- Leonard, J., Buss, A., Gamboa, R., Mitchell, M., Fashola, O. S., Hubert, T., & Almuhyirah, S. (2016). Using robotics and game design to enhance children's self-efficacy, STEM attitudes, and computational thinking skills. *Journal of Science Education and Technology*, 25(6), 860-876.
- Román-González, M., Pérez-González, J.-C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691.
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Zulkifeli, M. A. (2016). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1189-1211.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.