การศึกษาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม: การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม

STUDY OF COMPUTATIONAL THINKING AND SCIENCE AND TECHNOLOGY

เพียงขวัญ แก้วเรือง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การศึกษาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม: การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม

เพียงขวัญ แก้วเรือง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

STUDY OF COMPUTATIONAL THINKING AND SCIENCE AND TECHNOLOGY (COMPUTING SCIENCE) LEARNING ACHIEVEMENT ON USING LOGICAL THINKING TO SOLVE THE PROBLEMS OF GRADE SIX STUDENTS USING THE ENGINEERING DESIGN PROCESS: A MULTIVARIATE ANALYSIS OF COVARIANCE

PHIANGKWAN KAEWRUANG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF EDUCATION

(Educational Measurement, Evaluation, and Research)

Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม: การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม

ของ

เพียงขวัญ แก้วเรือง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฐิยาพร กันตาธนวัฒน์)

..... ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล)

ชื่อเรื่อง	การศึกษาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม: การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม
ผู้วิจัย	เพียงขวัญ แก้วเรือง
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. วิไลลักษณ์ ลังกา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรอุมา เจริญสุข

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดอัมพวัน จังหวัดสิงห์บุรีที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 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) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเมื่อควบคุมตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 15.213$, $df = 2$, $p = .000$) โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 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

Title	STUDY OF COMPUTATIONAL THINKING AND SCIENCE AND TECHNOLOGY (COMPUTING SCIENCE) LEARNING ACHIEVEMENT ON USING LOGICAL THINKING TO SOLVE THE PROBLEMS OF GRADE SIX STUDENTS USING THE ENGINEERING DESIGN PROCESS: A MULTIVARIATE ANALYSIS OF COVARIANCE
Author	PHIANGKWAN KAEWRUANG
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Associate Professor Wilailak Langka , Ph.D.
Co Advisor	Assistant Professor Ornuma Charoensuk , Ph.D.

The purpose of this research is to compare the computational thinking and computing science learning achievement on logical thinking to solve the problems of Grade Six students between before and after learning using the engineering design process to control scientific problem-solving ability. The sample in this study consisted of 22 Grade Six students at Wat Amphawan School during the 2021 academic year. The research instruments include the following: (1) lesson plans based on the engineering design process; (2) a computational thinking test (p = 0.600 – 0.773, r = 0.570 – 0.884 and Reliability = 0.960); (3) a computing science learning achievement test (p = 0.440 – 0.720, r = 0.209 – 0.714, and Reliability = 0.840); (4) a 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) a hypothesis test with Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA). The results of the research indicated the following: the mean scores of computational thinking and computing science learning achievement to control scientific problem-solving ability on the posttest were higher than those of the pretest at a statistically significant level of .05 (F=15.213, df = 2, p = .000), the mean scores of the pretest on 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 the posttest of computational thinking and computing science learning achievement were 34.000 (S.D. = 0.499) and 15.864 (S.D. = 0.316) respectively.

Keyword : Computational thinking, Engineering design process, Computing science

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากรองศาสตราจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และให้กำลังใจเป็นอย่างดีโดยตลอดระยะเวลาการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ฐิยาพร กันตาธนวัฒน์ และรองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษาทุกท่าน ที่กรุณาสั่งสอนและถ่ายทอดวิชาความรู้ให้ผู้วิจัยจนสามารถทำงานวิจัยนี้สำเร็จได้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านในความกรุณาเสียสละเวลาตรวจเครื่องมือวิจัยและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์สำหรับการวิจัย ขอบพระคุณคณะครูและผู้บริหารโรงเรียนวัดอัมพวัน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ที่ให้โอกาสในการทำวิจัยและเป็นกำลังใจให้เสมอมา รวมถึงขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนวัดอัมพวันทุกคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้และให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดียิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวสำหรับกำลังใจ ความรัก ความห่วงใย และการทุ่มเทสนับสนุนในทุกด้านที่มอบให้ผู้วิจัยอย่างไม่มีข้อแม้ตั้งแต่วันแรกที่เริ่มศึกษาจนกระทั่งถึงวันที่สำเร็จการศึกษา ตลอดจนน้ำใจและความปรารถนาดีของพี่น้องและเพื่อนร่วมรุ่นสาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษาทุกคน ขอบขอบใจ น.ส.สุทัตตา ธรรมภัทรกุล น.ส.จุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ และ น.ส.จิราพร หมอบอก ที่คอยให้ความช่วยเหลือ คอยเคียงข้างเป็นที่ปรึกษาและเป็นกำลังใจให้กันเสมอมา

เพียงขวัญ แก้วเรือง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

คำถามของการวิจัย 4

ความมุ่งหมายของการวิจัย 4

ความสำคัญของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

กรอบแนวคิดในการวิจัย 8

สมมติฐานการวิจัย 9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ 11

1.1 ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ 11

1.2 ขั้นตอนของการคิดเชิงคำนวณ 11

1.3 ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ 13

1.4 การวัดและประเมินการคิดเชิงคำนวณ 14

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ 17
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 18
2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 18
2.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 19
2.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 20
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 22
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 23
3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 23
3.2 ทฤษฎีที่สนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 24
3.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 25
3.4 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 30
3.5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 32
3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม 36
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 38
4.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 38
4.2 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 39
4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 40
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 42
1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 42
2. กระบวนการทดลอง 43
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 44
4. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 45

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล 57
6. การวิเคราะห์ข้อมูล 58
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 59
1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน 60
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น 61
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน 62
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 65
บรรณานุกรม 71
ภาคผนวก 77
ประวัติผู้เขียน 111

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง 43

ตาราง 2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 44

ตาราง 3 ผังข้อสอบ(Test blueprint) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 51

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าความเบ้และค่าความโด่งของคะแนนการคิดเชิงคำนวณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 61

ตาราง 5 ผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม .. 62

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามของคะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 62

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์คะแนนรายตัวแปรตามก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 63

ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) ของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ 81

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ 82

ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา 83

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา 84

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 85

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 86

ตาราง 14 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 87

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 9

ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณของ Brackmann และคณะ 14

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณของ Bebras tasks 15

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณขององค์กร code.org 16

ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ VEX Robotics 27

ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของศูนย์การเรียนการสอนสะเต็ม ของสมาคมเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ 28

ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของกระทรวงทางการศึกษาประเทศอังกฤษ 29

ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของหน่วยงานการศึกษาและ การฝึกอบรมของรัฐนิวเซาท์เวลล์ 30

ภาพประกอบ 9 รูปแบบการสอน 6E Learning by Design™ Model 33

ภาพประกอบ 10 โมเดล SLED 34

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ตามโมเดล SLED 35

ภาพประกอบ 12 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 64

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

จากการเปลี่ยนแปลงของโลกในปัจจุบันไปที่มีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ ใช้ในชีวิตประจำวันและใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิต สังคม มีการทำธุรกรรมออนไลน์ การเข้าถึงติดต่อสื่อสาร นำเสนอข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อต่าง ๆ ในด้านการพัฒนาด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสารก็ได้รับการนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการทำงานในชีวิตประจำวันให้มีประสิทธิภาพและสะดวกสบายมากขึ้น เพื่อการพัฒนาประเทศให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงนี้รัฐจึงได้วางนโยบายที่เน้นขีดความสามารถการแข่งขันของประเทศตามแนวทางแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ซึ่งการพัฒนาตามแนวทางที่วางไว้นั้นมีฐานจากการสนับสนุนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลทั้งสิ้น การเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีและการสื่อสารแบบเดิมจึงไม่เพียงพอสำหรับการดำเนินชีวิตในยุคปัจจุบันที่ต้องมีพื้นฐานความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง และยังต้องมีการพัฒนานวัตกรรมและใช้ทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ในปี พ.ศ. 2560 กระทรวงศึกษาธิการจึงมีการปรับเปลี่ยนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี ตัวชี้วัดช่วงชั้น และสาระการเรียนรู้แกนกลางให้สถานศึกษาและท้องถิ่นนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดทำหลักสูตร โดยมีการปรับเปลี่ยนสาระเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี จากหลักสูตรปี พ.ศ. 2544 มาพิจารณาและเรียบเรียงเนื้อหาแต่ละชั้นปีตามความยากง่ายและศักยภาพเพื่อให้เหมาะสมกับเด็กในแต่ละช่วงวัย จึงได้ปรับเปลี่ยนหลักสูตรไปสู่หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ โดยได้มีการกำหนดเป้าหมายหลักคือมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางการคิดและสามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ และใช้การคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 7)

การคิดเชิงคำนวณ เป็นกระบวนการคิดเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหา ค้นหา และพิจารณาปัญหาอย่างถี่ถ้วน จากนั้นทำการจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสร้างวิธีการแก้ปัญหาด้วยการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน และสามารถทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อปรับปรุงแก้ไข นำไปสู่การหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถ

นำไปประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการจัดการศึกษาอย่างมีคุณภาพจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในด้านการคิดเชิงคำนวณและมีความคิดสร้างสรรค์ในการเข้าใจโลกและเปลี่ยนแปลงโลกได้ (McKenna, 2017, น. 5; Wing, 2006, น. 33-35) การคิดเชิงคำนวณจะทำให้ผู้เรียนเกิดลำดับวิธีคิดเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหากับเหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ในที่สุด

ถึงแม้จุดมุ่งหมายหลักของหลักสูตรวิทยาการคำนวณที่ถูกปรับปรุงแก้ไขคือมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณ แต่พบว่าการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและสารสนเทศในปัจจุบันที่เน้นความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ผู้เรียนไม่มีโอกาสเลือกเรียนตามความถนัดหรือความสนใจของตนเอง และไม่ได้รับโอกาสที่จะใช้ทักษะกระบวนการต่าง ๆ มาแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดการแก้ปัญหาต่ำ เมื่อขาดทักษะการแก้ปัญหาจึงทำให้เป็นไปได้ยากที่ผู้เรียนจะเกิดการคิดเชิงคำนวณ รวมทั้งการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมนี้ยังส่งผลไปถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอีกด้วย ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education: O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563 มีคะแนนเฉลี่ยทั้งประเทศเท่ากับ 38.78 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ควรพัฒนาและปรับปรุง (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564)

จากปัญหาการจัดการเรียนรู้ตามที่ได้กล่าวข้างต้น จึงควรมีการปรับเปลี่ยนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่น่าสนใจวิธีหนึ่งคือการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรรคนิยม (Constructivism) ที่ถือเป็นทฤษฎีที่เชื่อว่าการเรียนรู้จะต้องให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนต้องสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการที่ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติและเกิดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมถือว่าเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และโดยให้ความสำคัญกับการบูรณาการการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์ทางวิศวกรรมในการสร้างสรรค์วิธีการแก้ปัญหาและนวัตกรรมในรูปแบบผลิตภัณฑ์และวิธีการเพื่อแก้ปัญหาที่ท้าทาย จากหลักการพื้นฐานและทฤษฎีที่กล่าวนำไปสู่ที่มาของหลักสูตรการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในสหรัฐอเมริกาที่เรียกว่า K-12 Science Education โดยมีการวางแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมในสาระวิทยาศาสตร์โดยมีขอบข่ายการเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วย

วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยีในบริบทของสังคมยุคใหม่ (นฤพจน์ พุธวัฒนะ, 2561, น. 31-42) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีขั้นตอนหลัก 6 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นระบุปัญหา 2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6. ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 21) และเนื่องจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีขั้นตอนที่ค่อนข้างซับซ้อน จึงมีนักการศึกษาพยายามเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ปรับให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน โดยหนึ่งรูปแบบนั้นคือ รูปแบบการสอน SLED (The Science Learning through Engineering Design: SLED) เสนอโดย Capobianco และคณะ ซึ่งเป็นการทำให้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ง่ายลงเหมาะกับการสอนในระดับโรงเรียน บูรณาการเข้ากับเนื้อหาและวิธีการสอนเดิมซึ่งเน้นการสืบสอบ (Inquiry based approach) ซึ่งโมเดล SLED นี้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1. ระบุปัญหา 2. แลกเปลี่ยนและวางแผน 3. สร้างและทดสอบ 4. นำเสนอและรับฟังข้อเสนอแนะ และ 5. ปรับปรุงและทดสอบซ้ำ (Capobianco, Nyquist, และ Tyrie, 2013, น. 58) และพบว่ามีงานวิจัยที่นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปทดลองจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยสามารถช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ ดังตัวอย่างงานวิจัยของ อาทิตย์ ฉิมกุล (2559, น. 324-342) ที่ใช้จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในหน่วยการ เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย พบว่า นักเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนอยู่ในระดับดีมากและนักเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับ วรรณา รุ่งลักษมีศรี (2551) ที่พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมผสานสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแล้วยังมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนคือความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยของ Gonzalez และคณะ ได้ศึกษาและสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณ และนำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณมาหาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบมาตรฐานทางจิตวิทยา พบว่า การคิดเชิงคำนวณมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยทาง

สถิติกับความสามารถในการแก้ปัญหา (r=0.67) (Román-González, Pérez-González, และ Jiménez-Fernández, 2017, น. 678-691) จึงทำให้ผู้วิจัยต้องการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากมูลเหตุที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วมในการวิจัย

คำถามของการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เพื่อให้ได้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และที่สำคัญคือส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของหลักสูตรและเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณที่จัดเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่ง สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเริ่มเข้ามามีบทบาทกับการทำงานและการดำเนินชีวิตประจำวันมากขึ้น และเป็นประโยชน์สำหรับวงการศึกษาและผู้สนใจทั่วไปในการนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปพัฒนาต่อยอด

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรในการวิจัย

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

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดอัมพวัน อำเภอพรหมบุรี จังหวัดสิงห์บุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2564 จำนวน 22 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) โดยมีหน่วยการสุ่มคือโรงเรียน ผลการสุ่มได้โรงเรียนวัดอัมพวัน ซึ่งมีนักเรียนที่กำลังชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ทั้งหมด 22 คน ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากการคำนวณจากโปรแกรม G*Power 3.1 โดยกำหนดค่าขนาดอิทธิพลจากงานวิจัยของ สุวิมล สาสังข์ (2562) โดยได้ค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.95 กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05 และระบุอำนาจการทดสอบที่ .95 ได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 16 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มขนาดตัวอย่างอีกร้อยละ 30 เพื่อเป็นการป้องกันอัตราการขาดหายของตัวอย่าง รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 22 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
2. ตัวแปรตาม แบ่งเป็นดังนี้
    2.1 การคิดเชิงคำนวณ
    2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)
3. ตัวแปรร่วม ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

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

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การคิดเชิงคำนวณ** หมายถึง กระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา ค้นหาและพิจารณาปัญหา จัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสร้างวิธีการแก้ปัญหา ด้วยการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน และสามารถทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อปรับปรุงแก้ไข นำไปสู่การหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1) การแยกส่วนย่อยปัญหา (Decomposition) ความสามารถในการพิจารณาและแบ่งปัญหาหรืองาน ออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

2) การหารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) ความสามารถในการพิจารณารูปแบบ แนวโน้มของข้อมูลหรือปัญหา และพิจารณาความคล้ายหรือความเหมือนกันของปัญหาย่อยที่อยู่ในปัญหาเดียวกัน หรือความเหมือนกันของรูปแบบการแก้ปัญหา

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) ความสามารถในการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหาแยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ

4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) ความสามารถในการออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงานโดยมีลำดับคำสั่งที่ชัดเจน

2. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)** หมายถึง ความรู้ ความสามารถของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ประกอบไปด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

1) การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

2) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

3) การคาดการณ์ผลลัพธ์

4) การตรวจสอบหาข้อผิดพลาดที่เกิดจากการทำงาน

วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีการวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) ความเข้าใจ 2) การนำไปใช้ 3) การวิเคราะห์ และ 4) การสังเคราะห์ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. **การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม** หมายถึง แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยประยุกต์ใช้โมเดลการสอนวิทยาศาสตร์ที่นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process)

มาปรับให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียนที่ชื่อว่าโมเดล SLED (The Science Learning through Engineering Design) เสนอโดย Capobianco และคณะ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify problem) นักเรียนร่วมกันทำงาน เพื่อระบุบริบทโดยรวมของปัญหา ทั้งปัญหาโดยรวมและปัญหาที่สำคัญเฉพาะเจาะจง

ขั้นที่ 2 แลกเปลี่ยนและวางแผน (Share and Develop a plan) นักเรียนแต่ละคนคิดแนวทางการแก้ปัญหาตามสิ่งที่ตนเองรู้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองเคยศึกษา จากนั้นนักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาภายในกลุ่ม และตกลงร่วมกันวางแผนรายละเอียดการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 สร้างและทดสอบ (Create and Test) นักเรียนร่วมกันออกแบบเพื่อสร้างและทดสอบแผนหรือโมเดลของกลุ่มตนเอง ในขั้นตอนนี้จะเน้นการบันทึกผลลัพธ์จากการทดสอบและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีอยู่เพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 4 นำเสนอและรับฟังข้อเสนอแนะ (Communicate results gather feedback) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลลัพธ์ของการออกแบบแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ และทั้งชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ปรับปรุงและทดสอบซ้ำ (Improve and Retest) นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อเสนอแนะจากกลุ่มอื่น ๆ จากนั้นกลับมาปรับปรุงแผนของตนเองและทำการทดสอบซ้ำ

4. **ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง การใช้ความคิดที่ต้องใช้กระบวนการทางสมองคิดพิจารณาไตร่ตรองสิ่งที่เป็นปัญหา รวบรวมความรู้เดิมหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคล โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการหาคำตอบและแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่ไม่เคยเจอหรือสถานการณ์กำลังเผชิญอยู่ในขณะนั้นอย่างมีขั้นตอน ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนค้นพบปัญหา มีการรับรู้และเข้าใจปัญหา โดยอาศัยข้อมูลภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

2. การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหา โดยผู้เรียนสามารถคาดคะเนหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด

3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนอธิบาย วางแผนหรือเสนอแนวทางในการปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหาได้เหมาะสม

4. การตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนอภิปรายได้ว่าผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุหรือไม่ หรือคาดการณ์ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกได้

วัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นแบบอัตนัย มีลักษณะเป็นสถานการณ์ 4 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามย่อย 4 ข้อที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 4 องค์ประกอบ รวมคำถามทั้งหมด 16 ข้อ

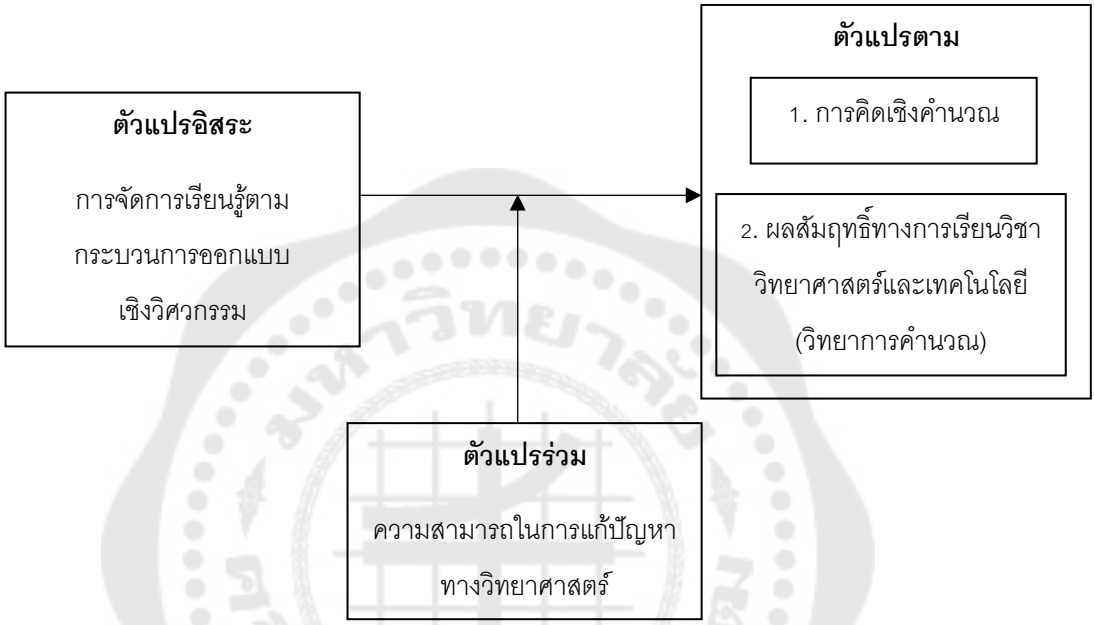
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2564 โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้เวลาในการทดลองจัดการเรียนรู้จำนวน 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวม 20 ชั่วโมง

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการสอนที่ช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างนิยม (Constructivism) โดยเป็นกระบวนการที่ให้ความสำคัญกับการบูรณาการการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีในการสร้างสรรค์นวัตกรรมในรูปแบบผลิตภัณฑ์และวิธีการเพื่อแก้ปัญหาท้าทาย รูปแบบการสอนตามโมเดล SLED (The Science Learning through Engineering Design: SLED) เสนอโดย Capobianco และคณะ เป็นการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ปรับให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1. ระบุปัญหา 2. แลกเปลี่ยนและวางแผน 3. สร้างและทดสอบ 4. นำเสนอและรับฟังข้อเสนอแนะ และ 5. ปรับปรุงและทดสอบซ้ำ จากงานวิจัยของอาทิตย์ ฉิมกุล (2559) ที่ใช้จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในหน่วยการเรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกาย พบว่า นักเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนอยู่ในระดับดีมากและนักเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนอยู่ในระดับดี และจากงานวิจัยของ Gonzalez และคณะ ที่ได้ศึกษาและสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณ และนำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณมาหาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบมาตรฐานทางจิตวิทยา พบว่า การคิดเชิงคำนวณมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (r=0.67) (Román-González และคนอื่น ๆ, 2017) ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วมในการวิจัย แสดงเป็นภาพกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้เสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ
    1.1 ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ
    1.2 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ
    1.3 ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ
    1.4 การวัดและประเมินการคิดเชิงคำนวณ
    1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    2.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    2.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    2.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
    3.1 ทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
    3.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
    3.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
    3.4 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
    3.5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
    3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
    4.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
    4.2 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
    4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ

1.1 ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา การออกแบบระบบ พิจารณาปัญหา การจัดการข้อมูลและทำความเข้าใจกับปัญหาโดยใช้กรอบแนวคิดทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ จากนั้นจึงออกแบบวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และนำไปทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จะทำให้เกิดการจัดการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ทักษะนี้ยังสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในอื่น ๆ ที่พบเจอในปัญหาในชีวิตประจำวันได้ด้วย (McKenna, 2017; Wing, 2006, น. 33-35; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 6-9)

สรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณ คือ กระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา พิจารณาปัญหาและจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงสร้างวิธีการแก้ปัญหาด้วยการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน และทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้เพื่อปรับปรุงแก้ไข นำไปสู่การหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ขั้นตอนของการคิดเชิงคำนวณ

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนของการคิดเชิงคำนวณไว้ดังนี้

Sadik, Leftwich, และ Nadiruzzaman (2017, น. 221-238) ได้สรุปขั้นตอนของการคิดเชิงคำนวณ ดังนี้

1) การแยกส่วนย่อย (Decomposition) แบ่งข้อมูล วิธีการ หรือปัญหา ออกเป็นส่วนย่อยที่สามารถจัดการได้ง่ายขึ้น

2) การหารูปแบบ (Pattern recognition) สังเกตรูปแบบ แนวโน้ม สามารถค้นหาความเหมือนของชุดข้อมูลหรือรูปแบบของวิธีแก้ปัญหา

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การระบุหลักการทั่วไป ซึ่งสามารถสร้างรูปแบบของวิธีแก้ปัญหา

4) ขั้นตอนวิธี (Algorithms) สร้างลำดับก่อนหลังของวิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจน

5) การประเมินผล (Evaluation) ทดสอบและพิสูจน์ความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหา

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์ (2559, น. 18-23) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

1) การแยกย่อย (Decomposition) เป็นกระบวนการแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้จัดการได้ง่ายขึ้น

2) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) เป็นการดูความเหมือนหรือความต่างของรูปแบบของปัญหา ทำให้ทราบแนวโน้มเพื่อทำนายไปข้างหน้าได้

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นทักษะที่ช่วยให้เข้าใจภาพทั่วไป ทำให้ได้หลักการที่เกิดรูปแบบขึ้น ทักษะนี้ช่วยชักนำให้ได้คำตอบเชิงนามธรรมขึ้นมา เป็นทักษะสำคัญที่ทำให้เกิดหลักความรู้หรือทฤษฎี

4) การออกแบบขั้นตอน (Algorithm Design) เป็นการสร้างลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา

Barefoot (2014) แห่งประเทศอังกฤษนำเสนอว่า การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) มี 6 ขั้นดังนี้

1) ตรรกะ (Logic) คือ ความสามารถในการใช้ความรู้เชิงเหตุผล

2) ขั้นตอนวิธี (Algorithms) คือ ความสามารถในการออกแบบชุดคำสั่งหรือลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาในการทำงาน

3) การแยกส่วนย่อยหรือส่วนประกอบของปัญหา (Decomposition) คือ ความสามารถในการแยกปัญหาหรือระบบออกเป็นส่วน ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา

4) รูปแบบ (Pattern) คือ ความสามารถในการหารูปแบบของวิธีแก้ปัญหา เพื่อคาดการณ์คำตอบ

5) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการระบุสิ่งที่เป็นส่วนสำคัญหรือรูปแบบทั่วไปของปัญหา โดยไม่สนใจรายละเอียดที่ไม่จำเป็น

6) การประเมินผล (Evaluation) คือ ความสามารถในการติดสินประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 26-28) ได้กำหนดการคิดเชิงคำนวณไว้ 4 ขั้นตอน ได้แก่

1) การแบ่งงานใหญ่ออกเป็นงานย่อย เป็นการพิจารณาและแบ่งปัญหาที่พบเจอหรืองาน ออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

2) การพิจารณารูปแบบของปัญหา เป็นการศึกษารูปแบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของปัญหา หากมีรูปแบบของปัญหาที่คล้ายกันสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาเดียวกันที่เคยใช้นั้นมาประยุกต์ใช้ และพิจารณาปัญหาย่อยที่พบเจออยู่ภายในปัญหาเดียวกันว่ามีส่วนใดที่เหมือนกันหรือไม่ เพื่อจะได้ใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันจัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

3) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา เป็นการพิจารณารายละเอียดของปัญหา รู้จักแยกแยะสาระสำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ

4) การออกแบบอัลกอริทึม คือการกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงาน โดยมีลำดับของคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจนที่สามารถปฏิบัติตามได้

จากการพิจารณาองค์ประกอบดังที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีผู้ที่แบ่งขั้นตอนของการคิดเชิงคำนวณเอาไว้คล้ายคลึงกัน ซึ่งจะแบ่งเป็นทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ 1. การแยกส่วนย่อยปัญหา 2. การหารูปแบบของปัญหา 3. การคิดเชิงนามธรรม และ 4. การออกแบบขั้นตอนวิธี

1.3 ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ

การคิดเชิงคำนวณเป็นทักษะประเภทหนึ่งที่จำเป็นต่อผู้เรียน โดยมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ ดังนี้

การคิดเชิงคำนวณช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาหลัก โดยมีการสังเกตรูปแบบของปัญหาและสถานการณ์ เพื่อนำไปออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหา ซึ่งการคิดเชิงคำนวณนั้นเป็นแนวคิดหลักสำคัญในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และการแก้ปัญหาด้านตรรกศาสตร์และการออกแบบระบบที่ซับซ้อน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้และควรได้รับการสนับสนุนตั้งแต่เด็กในชั้นประถมศึกษา (บัญญพนต์ พูลสวัสดิ์ และ พนมพร ดอกประโคน, 2559, น. 9-16) รวมถึงเป็นทักษะพื้นฐานที่ช่วยพัฒนาการอ่าน การเขียน และคณิตศาสตร์ที่รวบรวมการคิดเชิงคณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยรวมทักษะการแก้ปัญหา การออกแบบและการเข้าใจพฤติกรรมมนุษย์ ซึ่งกล่าวได้ว่าการคิดเชิงคำนวณมีวิธีปรับเปลี่ยนโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนให้เป็นรูปแบบที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบที่เหมาะสม

ภาสกร เรืองรอง, แก้วอุไร, ศศิธร นาม่วงอ่อน, อพัชชา ช้างขวัญยืน, และ ศุภสิทธิ์ เต็งคิว (2561, น. 322-330) กล่าวว่าการคิดเชิงคำนวณ เป็นทักษะที่ผู้เรียนทุกคนจำเป็นต้องพัฒนาขึ้นเพราะเป็นทักษะที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะเสริมศักยภาพอื่นในศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดเชิงวิพากษ์และ ความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้พื้นฐานความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ อันเป็นส่วนประกอบสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

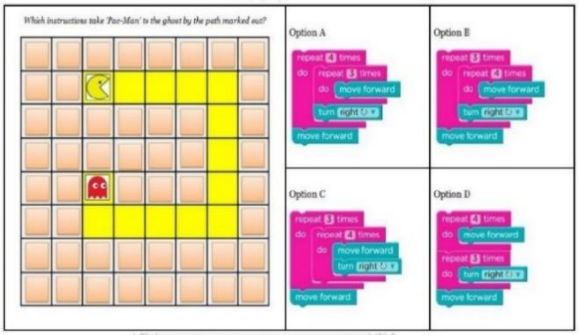
สรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณมีความสำคัญในการพัฒนาผู้เรียน เป็นพื้นฐานในด้านการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน รวมถึงเป็นแนวคิดหลักในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และการแก้ปัญหาด้านตรรกะศาสตร์ ฝึกการแก้ไขอย่างเป็นระบบจนกลายเป็นทักษะความรู้

1.4 การวัดและประเมินการคิดเชิงคำนวณ

แนวทางการวัดและประเมินการคิดเชิงคำนวณสามารถทำได้หลายวิธี ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินการคิดเชิงคำนวณ ดังนี้

Brackmann และคนอื่น ๆ (2017, น. 75-89) ได้ออกแบบเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ โดยสร้างแบบทดสอบการคิดเชิงคำนวณรูปแบบการสอบข้อเขียน ประเภทการเลือกตอบ (Multiple Choices) ซึ่งในแบบทดสอบแต่ละข้อสามารถวัดองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณได้ ดังตัวอย่างนี้

คำถาม : ชุดคำสั่งใดที่สามารถนำแพ็คแมนไปสู่ผีได้ตามเส้นทางที่ถูกกำหนดไว้



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณของ Brackmann และคณะ

ที่มา: Brackmann และคนอื่น ๆ (2017)

จากแผนภาพ คำตอบที่ถูกต้องคือตัวเลือก B และสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณได้ดังนี้

1) การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา: วิเคราะห์เส้นทางการเคลื่อนที่และแบ่งช่องการเคลื่อนที่แต่ละก้าวของแพ็คแมนไปสู่การกินผี

2) การหารูปแบบ: หารูปแบบการเคลื่อนที่ซ้ำของแพ็คแมนภายในเส้นทางที่กำหนดได้

3) การคิดเชิงนามธรรม: มุ่งความสนใจไปที่ลักษณะการแก้ปัญหากล่าวคือสนใจเฉพาะเส้นทางที่ถูกกำหนดไว้ เพื่อนำไปสู่ชุดคำสั่งของเส้นทางดังกล่าว

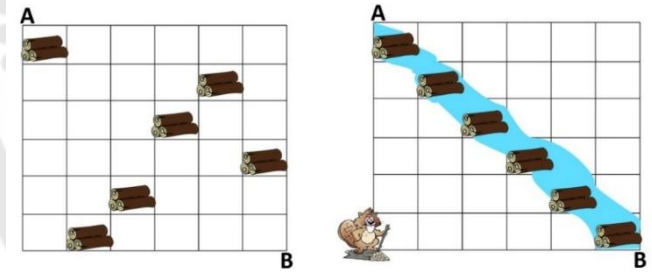
4) การออกแบบขั้นตอนวิธี: พิจารณาขั้นตอนวิธีที่สามารถทำให้แพ็คแมนเดินทางไปกินผีได้

bebrasthailand (2562) เครื่องมือ Bebras tasks เป็นหนึ่งในเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณรูปแบบการสอบข้อเขียน ประเภทการเลือกตอบ (Multiple Choices) โดยแบบทดสอบวัดแต่ละหัวข้อถูกสังเคราะห์ มาเพื่อวัดบางองค์ประกอบหรือทุกองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา โดยแสดงตัวอย่างแบบทดสอบได้ดังนี้

โจทย์ : วิศวกร "บีเวอร์" ต้องการสร้างเขื่อนเพื่อป้องกันน้ำท่วมบ้านโดยมีจำนวนท่อนซุงวางกองกันอยู่ดังรูปที่ 1 และ วิศวกร "บีเวอร์" นี้ต้องการสร้างเขื่อนโดยใช้กองไม้ซุงเหล่านี้ให้ได้ดังรูปที่ 2 ในการเคลื่อนไม้ซุงเป็นระยะทาง 1 ช่อง มีเงื่อนไขดังนี้ :

1. การเคลื่อนที่ในทิศทาง ขึ้น-ลง ใช้เวลา 1 ชม.
2. การเคลื่อนที่ในทิศทาง ซ้าย-ขวา ใช้เวลา 2 ชม.
3. ไม่สามารถเคลื่อนไม้ซุงในแนวทแยงได้

จะต้องใช้เวลาอย่างน้อยที่สุดกี่ชั่วโมง วิศวกร "บีเวอร์" จึงจะสามารถสร้างเขื่อนได้สำเร็จ ?



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณของ Bebras tasks

ที่มา: bebrasthailand (2562)

จากโจทย์สามารถวิเคราะห์ตามขั้นตอนของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณได้ดังนี้

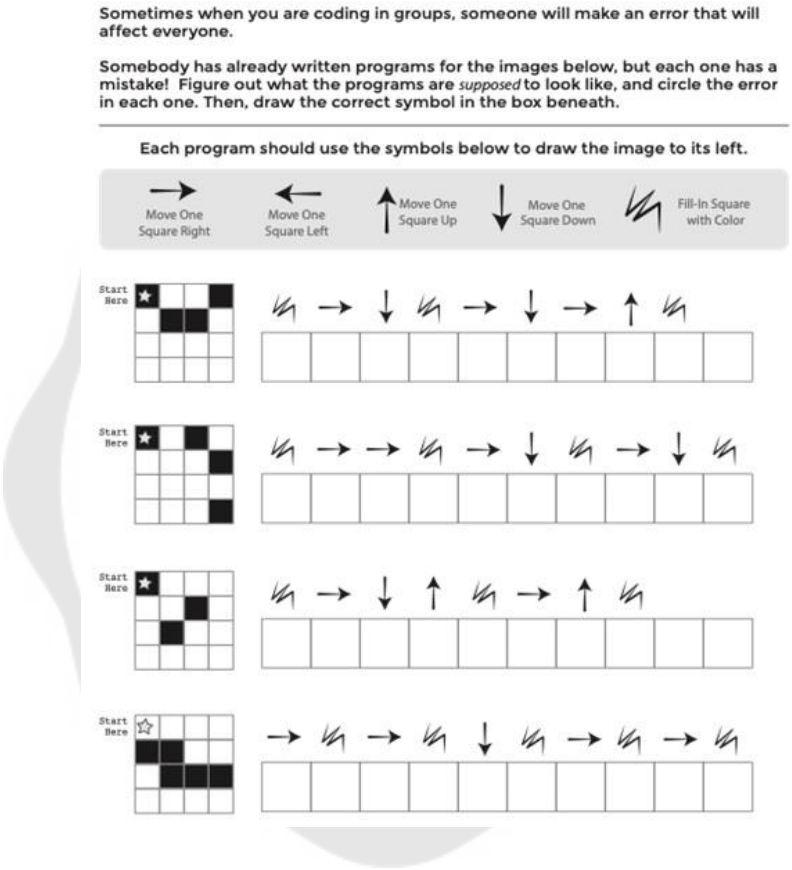
1) การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา: วิเคราะห์เส้นทางการเคลื่อนที่แต่ละเส้นทาง

2) การหารูปแบบ: หารูปแบบการเคลื่อนที่ของเส้นทาง เช่น การเคลื่อนที่แนวตั้ง หรือการเคลื่อนที่แนวนอน

3) การคิดเชิงนามธรรม: มุ่งความสนใจไปที่ลักษณะการเคลื่อนที่ของเส้นทางที่ดีที่สุด

4) การออกแบบขั้นตอนวิธี: ออกแบบการเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่ตนเองกำหนดไว้

code.org (2019) เสนอตัวอย่างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยมีกำหนดสถานการณ์และให้นักเรียนเขียนตอบอย่างอิสระ ดังตัวอย่าง



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณขององค์กร code.org

ที่มา: code.org (2019)

จากโจทย์สามารถวิเคราะห์ตามขั้นตอนของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณได้ดังนี้

1) การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition): วิเคราะห์เงื่อนไขแต่ละข้อที่โจทย์กำหนด

2) การหารูปแบบ (Pattern Recognition): หารูปแบบการเคลื่อนที่ของแต่ละเงื่อนไข

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction): ดูเงื่อนไขแต่ละข้อว่ามีเงื่อนไขใดที่ถูกต้องหรือผิดพลาด

4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms): ดูการออกแบบการเคลื่อนที่ทั้งหมดว่าผิดพลาดที่เงื่อนไขใดบ้าง

จากแนวทางการวัดและประเมินการคิดเชิงคำนวณทั้งหมดข้างต้น จะเห็นว่าแบบวัดการคิดเชิงคำนวณส่วนใหญ่เป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยที่จะแยกย่อยตามองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ด้าน ซึ่งจะมีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาขึ้นมาและให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบ ซึ่งในแบบทดสอบแต่ละข้อนั้นอาจวัดขั้นตอนทั้งหมดของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณหรืออาจจะวัดแค่บางขั้นตอนก็ได้

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ

Leonard และคนอื่น ๆ (2016, น. 860-867) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 124 คน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบหุ่นยนต์และเกมมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมการสอนทางคอมพิวเตอร์ แสดงให้เห็นว่าการคิดเชิงคำนวณควรส่งเสริมด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้แก้ปัญหาผ่านการออกแบบ และสร้างชิ้นงานขึ้นมา

ชยการ คีรีรัตน์ (2561, น. 31-47) ศึกษาการใช้กระบวนการแก้ปัญหาและโปรแกรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่าโปรแกรมที่ใช้บล็อกคำสั่งที่เป็นภาพหรือไอคอนสัญลักษณ์แทนศัพท์คำสั่ง ทำให้ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น นักเรียนสามารถออกแบบวางแผนการแก้ปัญหาและทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองออกแบบไว้ โดยไม่ติดขัด ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้

ศิรัฐ อิ่มแช่ม และ ใจทิพย์ ณ สงขลา (2563, น. 45-57) ศึกษาผลของการใช้แชทบอทต่อการที่มีต่อการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่มีบุคลิกภาพที่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีบุคลิกภาพแบบเปิดเผยและบุคลิกภาพแบบเก็บตัว ผลการวิจัย พบว่า การใช้แชทบอทมีผลต่อการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่มีบุคลิกภาพแบบเปิดเผยสูงกว่านักเรียนที่มีบุคลิกภาพแบบเก็บตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิชญ์ อำนวยพร (2561) ศึกษาการสร้างสื่อการเรียนรู้ประเภทเกม โดยใช้กลยุทธ์เกมมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนาหลวง กรุงเทพมหานคร จำนวน 39 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น มีระดับการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับมาก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Durak และ Saritepeci (2017) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของการคิดเชิงคำนวณและตัวแปรอื่น ๆ มีกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 156 คน โดยใช้สมการโครงสร้างเชิงเส้นในการวิเคราะห์ และสร้างโมเดลเพื่ออธิบายและทำนายความสัมพันธ์ของการคิดเชิงคำนวณกับตัวแปรอื่น ๆ พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อการคิดเชิงคำนวณคือรูปแบบการคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และทัศนะคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

Román-González และคนอื่น ๆ (2017, น. 678-691) ได้ศึกษาและสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณ และนำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณมาหาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบมาตรฐานทางจิตวิทยา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1,251 คน พบว่า การคิดเชิงคำนวณมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยทางสถิติกับความสามารถในการแก้ปัญหา (r=0.67) ทักษะด้านมิติสัมพันธ์ (r=0.44) และความสามารถในการให้เหตุผล (r=0.44)

Wong และคนอื่น ๆ (2015, น. 2-8) ได้ศึกษาผลของการเรียนโค้ดดิ้ง (coding) ที่มีต่อการคิดเชิงคำนวณ มีกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 264 คน พบว่าการเรียนโค้ดดิ้งช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณได้ และยังช่วยพัฒนาผลการเรียนคณิตศาสตร์และวิชาทั่วไปอื่น ๆ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน ความสำเร็จทางการเรียน ประสบการณ์ทางการเรียนที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอน ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่ได้พัฒนาขึ้น หรือพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ที่เกิดจากฝึกฝน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ (จารุวรรณ นาคคูบัว, 2552; ภพ เลาหไพบูลย์, 2542, น. 14; สุนันท์ ศลโกสุม, 2545, น. 39)

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอน นักเรียนเกิดประสบการณ์และเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกิดจากฝึกฝน อบรม หรือจากการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

2.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 18) ได้อธิบายการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า การประเมินผลด้วยแบบทดสอบเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะด้านความรู้และความสามารถทางสติปัญญา แบบทดสอบแต่ละฉบับจะประกอบด้วยข้อสอบหลายข้อที่เป็นข้อสอบรูปแบบเดียวกันหรือข้อสอบต่างรูปแบบกันก็ได้

ชวาล แพรัตกุล (2552, น. 52-59) ได้เสนอแผนผังของการวัดสมรรถภาพด้านสมองโดยอ้างอิงจากการวัดประเมินผลผู้เรียนด้านพุทธิพิสัยของบลูม ดังนี้

1) การวัดด้านความรู้-ความจำ (Knowledge) คือวัดการระลึกได้ของเรื่องราวต่าง ๆ ที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์มาแล้ว จะเป็นเรื่องราวที่ได้รับจากทางโรงเรียน จากทางบ้าน จากสังคมสิ่งแวดล้อม หรือจากตัวนักเรียนเอง เป็นการจำเรื่องราวนั้นได้และสามารถระลึกเรื่องราวนั้นออก ได้แก่ ความรู้ในเนื้อเรื่อง ความรู้ในวิธีการดำเนินการ ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง

2) การวัดด้านความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการตรวจสอบว่านักเรียนสามารถจับใจความสำคัญ กระบวนการสร้างความเข้าใจนั้นผู้เรียนจะต้องดัดแปลงของใหม่ให้กลายเป็นรูปแบบที่คล้าย ๆ ของของเดิมที่ตนรู้ และให้มีความหมายมากขึ้นกว่าเดิม นั่นคือ เขาพยายามแปลงรูปร่างของสิ่งที่แปลงและใหม่ต่อเขาให้กลายเป็นสิ่งใหม่ที่มีโครงสร้างขนานกับของเดิมคือพยายามแปลงของยากให้คล้ายกับของเดิม จัดเป็นความพยามของสมองที่จะผสานสิ่งใหม่เข้ากับประสบการณ์เดิม ฉะนั้น ความเข้าใจ ก็คือ ความสามารถในการดัดแปลง แล้วแปลและย่นย่อรวมกัน แบ่งเป็นการวัดความเข้าใจด้านการแปลความและการตีความ

3) การวัดด้านการนำไปใช้ (Application) มุ่งผลว่าผู้เรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจจากที่เรียนไปแล้ว ไปใช้ในสถานการณ์จริง ๆ หรือสถานการจำลองที่คล้ายคลึงกัน คือเรียนรู้เรื่องใดแล้วจะสามารถนำหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีการดำเนินการต่าง ๆ ของเรื่องนั้นไปแก้ปัญหาในทำนองเดียวกันได้ ต้องอาศัยความสามารถด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจเป็นพื้นฐาน

4) การวัดด้านการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวัดความสามารถในการแยกเรื่องราวที่สมบูรณ์ใด ๆ ให้กระจายออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ คำถามด้านนี้จะเป็นคำถามที่มีความมุ่ง

หมายที่จะฝึกและวัดว่าผู้เรียนสามารถแยกเรื่องราว หรือแยกเหตุการณ์ ผลลัพธ์ ผลรวมของเหตุการณ์ใด ๆ มุ่งถามให้ผู้เรียนมองทะลุไปถึงธาตุแท้หรือต้นกำเนิดของเรื่อง แบ่งเป็นการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

5) การวัดด้านการสังเคราะห์ (Synthesis) ตรงข้ามกับการวิเคราะห์ เป็นการถามเพื่อให้นักเรียนเรียบเรียงส่วนย่อย ๆ เข้าเป็นเรื่องเดียวกัน เป็นการวัดว่าผู้เรียนจะสามารถนำเอาหน่วยความรู้ต่าง ๆ มาจัดระเบียบใหม่เกิดเป็นโครงสร้างใหม่ที่แปลกกว่าเดิม กล่าวคือ เป็นสมรรถภาพของการริเริ่มสร้างสรรค์หรือประดิษฐ์ ดัดแปลง ปรับปรุงความจำเดิมให้มีคุณค่าและให้มีคุณภาพสูงกว่าเดิมเป็นสำคัญแบ่งเป็นการสังเคราะห์ข้อความ สังเคราะห์แผนงานและการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

6) การวัดด้านการประเมินค่า (Evaluation) คือการวัดการวินิจฉัยโดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ สิ่งที่เราจะตีค่าอาจเป็นวัสดุสิ่งของหรือผลงานต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมหรือเป็นความคิดเห็นหรือทัศนคติที่เป็นนามธรรมก็ได้ ในการประเมินค่าแบบวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องใช้ตัวเกณฑ์ (Criteria) และมาตรฐาน (Standard) ไปประกอบการวินิจฉัยชี้ขาดด้วยเสมอว่าเรื่องนั้นมีประสิทธิภาพเพียงใดหรือมีคุณค่าสมประสงค์ปานใด แสดงว่าก่อนการประเมินค่าต้องมีเกณฑ์หรือมาตรฐานสำหรับยึดถือเสียก่อน แบ่งเป็นการประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน และการประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก

2.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, น. 155-162)ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1) แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐานโดยสำนักทดสอบ มักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่ว ๆ ไป มีการดำเนินการตรวจให้คะแนนแปลผลรายงานผลแบบทดสอบ

2) แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้าง (Teacher-made tests) เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง จึงมักเป็นแบบทดสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่ง การตรวจให้คะแนนและแปลผลจึงมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกันหรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบทดสอบที่ใช้สอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

1) แบบสอบความพร้อม (Readiness test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัด ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชา เพื่อพิจารณาความพร้อมของผู้เรียน ทบทวนหรือปูพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนวิชา

2) แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnosis test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัด จุดเด่น จุดด้อยของการเรียนรู้ที่เป็นปัญหาของผู้เรียน เพื่อระบุว่าผู้เรียนมีปัญหาตรงจุดไหน เพื่อให้ผู้สอนได้รับทราบและนำไปปรับปรุงแก้ไขการเรียนการสอน

3) แบบทดสอบสมรรถภาพ (Proficiency test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบสมรรถนะของผู้สอบ เพื่อใช้บ่งชี้ถึงระดับความสามารถ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบวัดความสามารถทางภาษา

4) แบบทดสอบเชิงสำรวจ (Survey test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำรวจวัดระดับความรู้ทั่วไป มีเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่สุ่มได้ เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป

4. จำแนกตามการแปลผล

1) แบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบทดสอบที่มุ่งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ นิยมถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อจำแนกระดับความสามารถของผู้สอบ

2) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัด

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

1) ประเภทเสนอคำตอบ (Essay type) ได้แก่ แบบทดสอบความเรียง แบบตอบสั้น แบบความเรียงจำกัดคำตอบ

2) ประเภทเลือกคำตอบ (Selection type) ได้แก่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด แบบทดสอบแบบจับคู่ และแบบทดสอบแบบมีตัวเลือก

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 96-99) ได้อธิบายประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามให้ แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด หรือเจตคติของตนเอง

1.2 แบบทดสอบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือก ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็นหลายประเภท เช่น แบบทดสอบถูก-ผิด, จับคู่, เติมคำ หรือเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนโดยทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญมีการวิเคราะห์และปรับปรุงจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน มีวิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ใช้ในการแบ่ง เช่น แบบอิงเกณฑ์กับแบบอิงกลุ่ม แบบปรนัยกับแบบอัตนัยแต่ที่ใช้กันอยู่ในโดยทั่วไปมักเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองและแบบทดสอบมาตรฐาน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง เนื่องจากต้องการวัดเนื้อหาเฉพาะเจาะจงที่ใช้ในงานวิจัยได้ ซึ่งเหมาะสมกับผู้เรียนและบริบทในการวิจัยครั้งนี้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

น้ำฝน เบ้าทองคำ และ กฤษณา ปิ่นทอง (2561, น. 219-230) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 50 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง พบว่าการนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุดารัตน์ ธีรพิสิฐ (2021, น. 325-337)เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 บรรยากาศในการเรียนดี นักเรียนสนุกสนานมีความกระตือรือร้น นักเรียนทุกได้ลงมือศึกษาและลงมือปฏิบัติจริง การใช้กิจกรรมกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่นและเป็นการช่วยเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน

นิพัทธา ชัยกิจ (2551) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 90คน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 37) กล่าวว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน

Cunningham และ Kelly (2017, น. 486-505) ได้สรุปความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมไว้ว่า เป็นการนำการเรียนวิทยาศาสตร์เข้ามาประยุกต์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น และประยุกต์ใช้หลักใหม่ที่สำคัญในการเรียนแบบวิศวกรรม การเรียนแบบวิศวกรรมจะทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์โดยตรงจากการปฏิบัติโครงงาน

สุธิดา การีมี (2565) กล่าวว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนที่นำมาใช้ในดำเนินการเพื่อแก้ปัญหา เริ่มต้นกระบวนการด้วยขการระบุปัญหา จากนั้นจึงค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสม เมื่อได้สร้างชิ้นงานหรือวิธีการเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบถ้ามีข้อบกพร่องให้ทำการปรับปรุงแก้ไข

กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ (2557, น. 190) ได้สรุปความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมไว้ว่าเป็นกระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน ซึ่งเป็นการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการ

สภาวิจัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้สรุปความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมไว้ว่าเป็นกระบวนการที่กำหนดปัญหา พัฒนาแนวทางการแก้ปัญหา โดยเป็นการทำงานที่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขได้ (สภาวิจัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา, 2558, อ้างถึงใน ณัฐวุฒิ อรุณรัตน์, 2561)

ศูนย์การเรียนการสอนสะเต็มของสมาคมเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ (2561) ได้สรุปความหมายไว้ว่า เป็นวิธีการกำหนดปัญหาหรือความต้องการค้นหาแนวคิด วางแผน และพัฒนาแนวคิด ทดสอบและประเมินผลและนำเสนอ ซึ่งการทำงานมีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ได้

จากความหมายที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม คือ กระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานโดยใช้ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานออกมา เมื่อสร้างชิ้นงานหรือวิธีการเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบเพื่อการปรับปรุงแก้ไขและได้เป็นผลงานที่มีประสิทธิภาพ

3.2 ทฤษฎีที่สนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจากกิจกรรมจริง ซึ่งผู้เรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้รับในชั้นเรียนมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา โดยการเรียนการสอนจะเน้นกระบวนการสืบสอบ (Inquire method) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) เน้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ติดตัวมาก่อนเข้าด้วยกัน

ทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และไวก๊อตสกี้ (Vygotsky) มีความเชื่อว่า นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองด้วยการปฏิบัติจริง เมื่อนักเรียนได้รับประสบการณ์ใหม่นักเรียนจะใช้วิธีนำความรู้และประสบการณ์ที่เคยพบเจอมาคิดแก้ไขปัญหาใหม่ที่ได้รับ

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) กล่าวว่า เมื่อนักเรียนได้รู้จักมีสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง จะช่วยพัฒนาความคิด และพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของตนเองได้ นักเรียนจะมีการปรับตัวและปรับโครงสร้างทางปัญญาจากเดิมของตนเอง ทั้งนี้การพัฒนาจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมจะเกิดการถ่ายโอนความรู้ ส่วนทฤษฎีของไวก๊อตสกี้จะเน้นที่ความสำคัญของวัฒนธรรมและสังคม คือมนุษย์จะได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและทางสังคม โดยเน้น

ความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล เด็กสามารถเรียนรู้ร่วมกันด้วยตนเองได้ ผ่านปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและผู้ใหญ่ (ทิศนา แขมมณี, 2553, น. 90-93)

เงื่อนไขที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรรคนิยม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545, น. 121) คือ 1. การเรียนรู้ต้องเป็นในรูปแบบ Active Learning 2. ความรู้จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเองโดยใช้ข้อมูลที่รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วจากแหล่งต่าง ๆ เช่น สังคม รวมทั้งประสบการณ์เดิมเพื่อช่วยในการตัดสินใจ 3. ความรู้และความเชื่อของนักเรียนแต่ละคนนั้นแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและสิ่งที่นักเรียนได้พบเห็น ซึ่งใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจและใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแนวคิดใหม่ 4. ความเชื่อมีผลโดยตรงต่อการสร้างแนวคิดหรือการเรียนรู้

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2540, น. 55-59) เสนอลักษณะการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรคนิยม ไว้ว่า 1. นักเรียนต้องเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม ค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยครูควรเป็นผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติจริง 2. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูออกแบบควรทำให้นักเรียนรู้จักการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ 3. ครูควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีการจำลองให้ใกล้เคียงกับเหตุการณ์จริงที่พบในชีวิตประจำวัน 4. กิจกรรมการเรียนรู้ควรเป็นกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดและทัศนคติ จะเกิดประโยชน์เป็นการส่งเสริมทักษะทางสังคม โดยอาจจัดกิจกรรมกลุ่มในแต่ละกลุ่มตามความแตกต่างระหว่างบุคคล และควรมีการนำเสนอผลงานและแลกเปลี่ยนความเห็นซึ่งกันและกันของนักเรียนในกลุ่มและต่างกลุ่ม

3.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ไว้ดังนี้ (ณัฐวุฒิ อรุณรัตน์, 2561, น. 87-102)

Museum of Science's National Center for Technological Literacy (2007) เสนอขั้นตอนของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมทั้งหมด 5 ขั้นดังนี้

1) ขั้นตั้งคำถาม (ask) คือ การระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมทั้งการพิจารณาเงื่อนไขของการแก้ปัญหา

2) ขั้นคิดวิธีแก้ปัญหา (imagine) คือ การคิดหาวิธีแก้ปัญหาโดยการระดมความคิดของตนเองกับผู้อื่น เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย แล้วร่วมกันตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่คิดว่าดีและเหมาะสมที่สุด

3) ขั้นวางแผน (plan) คือ การระบุวิธีและขั้นตอนการในแก้ปัญหา ระบุอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อแก้ปัญหาตามแนวทางนั้น

4) ขั้นสร้างสรรค์ (create) เป็นการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ โดยการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามที่ได้วางแผนไว้

5) ขั้นปรับปรุง (improve) เป็นการทดสอบคุณภาพและประเมินประสิทธิภาพของผลงาน เพื่อทำการปรับปรุงให้มีผลงานดีขึ้น แล้วทำการทดสอบอีกครั้งจนกว่าจะได้วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

สมาคมนักเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (ITEEA) ได้กำหนดขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานสำคัญ คือการกำหนดปัญหา (Identifying the problem) สร้างแนวคิด (Generating ideas) ด้วยเทคนิคการระดมสมองเพื่อสำรวจแนวคิดการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ การเลือกวิธีแก้ปัญหา (Selecting a solution) การทดสอบวิธี (Testing the solution) การสร้างแบบจำลอง (Models) และได้เป็นต้นแบบ (Prototypes) การสร้างชิ้นงาน (Making the item) การประเมินผล (Evaluating it) และการนำเสนอ (Presenting the results) ทั้งนี้การทำงานสามารถย้อนกลับไปทำวนใหม่ได้ในทุกขั้นตอนเพื่อปรับปรุงแก้ไข จนได้แนวทางที่เหมาะสมที่สุด

NRC (National Research Council) (2012) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) คือ วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ไขปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (Related Information) คือเป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้

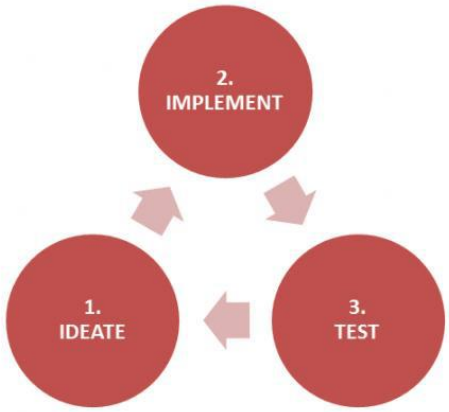
3. ออกแบบวิธีการ (Solution Design) คือ การออกแบบข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ไขปัญหา

4. วางแผนและพัฒนา (Planning and Development) คือ เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้าง

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข (Testing, Evaluation and Design Improvement) คือ เป็นการทดสอบและประเมินชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยเอาผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่เหมาะสม

6. การนำเสนอ (Presentation) คือ เป็นการนำเสนอแนวคิด ขั้นตอนการแก้ปัญหา ให้ผู้อื่นเข้าใจและเป็นการรับข้อเสนอแนะของผู้อื่นเพื่อพัฒนาชิ้นงานต่อไป

VEX Robotics (2015) ได้กล่าวถึง กระบวนการออกแบบวิศวกรรมว่าเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และแนวทางปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อแก้ไขปัญหา โดยระเบียบวิธีการจะคล้ายคลึงกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ในกระบวนการวิศวกรรมจะมีวิธีการ กระบวนการปัญหา และขั้นตอนที่แตกต่างกันไป โดยกระบวนการวิศวกรรมจะมีเงื่อนไข 3 ขั้นตอน



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ VEX Robotics

ที่มา: ณัฐวุฒิ อรุณรัตน์ (2561)

จากภาพลักษณะการทำงานจะเป็นห่วง 3 ส่วน คือ 1) ความคิดที่นำมาใช้ (Ideate) 2) หลังจากที่ใช้แล้วนำมาทดสอบ ประเมินผล และ 3) ในระหว่างการทดสอบและการประเมินผลจะมีแนวคิดเพิ่มมากขึ้น และเกิดกระบวนการใหม่ๆ ขึ้นทุกครั้ง ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการออกแบบซ้ำ ๆ นั้นเอง โดย 3 ห่วงนี้สามารถแยกออกเป็น 11 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเข้าใจ (Understand) เป็นขั้นตอนการกหำนดปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจ (Explore) เป็นขั้นตอนการทำวิจัยขั้นพื้นฐาน

ขั้นตอนที่ 3 กำหนด (Define) เป็นการกำหนดขั้นตอนวิธีการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 4 สร้างแนวคิด (Ideate) สร้างขั้นตอนแนวคิดใหม่

ขั้นตอนที่ 5 สร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นการสร้างและเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 6 เลือก (Choose) เป็นการกำหนดขั้นตอนครั้งสุดท้ายสำหรับแนวคิด

ขั้นตอนที่ 7 การปรับปรุงอย่างละเอียด (Refine) เป็นขั้นตอนการสร้างรายละเอียด

ขั้นตอนที่ 8 นำเสนอ (Present) เป็นการน่าเสนอเพื่อได้รับข้อคิดเห็นและการอนุมัติการทำงาน

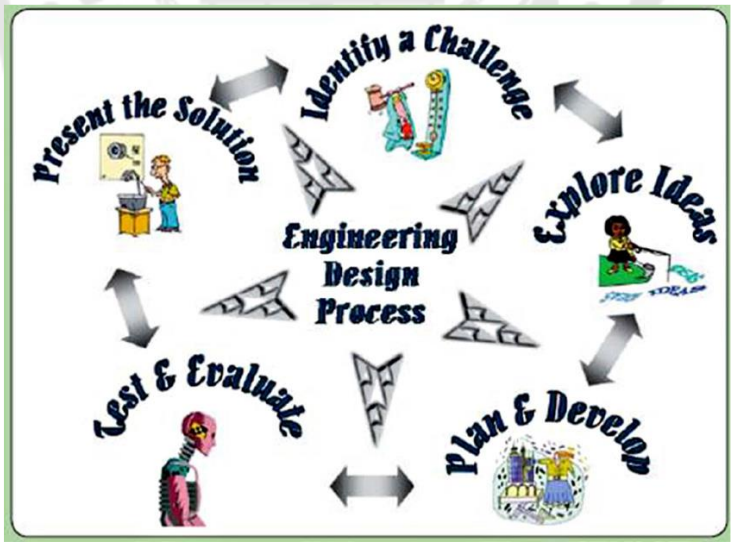
ขั้นตอนที่ 9 การนำไปใช้ (Implement) ใช้ขั้นตอนที่สร้างไปสู่การปฏิบัติจริง

ขั้นตอนที่ 10 การทดสอบ (Test) ทดสอบว่าการปฏิบัติงานเป้นไปตามที่กำหนดตามวิธีการไว้หรือไม่

ขั้นตอนที่ 11 ทำซ้ำ (Iterate) เป็นการทำซ้ำ

กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ (2557) ได้รวมรวมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจากสมาคมหรือหน่วยงานต่าง ๆ ไว้ ดังต่อไปนี้

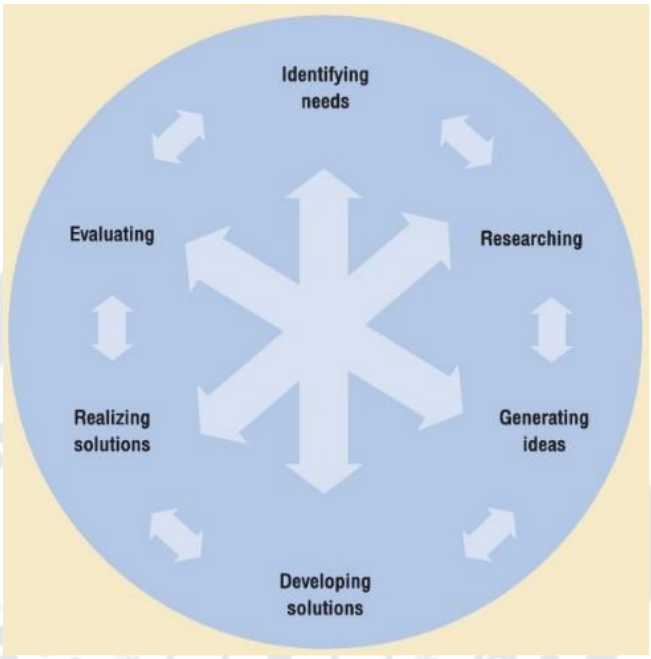
1) ศูนย์การเรียนการสอนสะเต็ม ของสมาคมเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษา ได้พัฒนารูปแบบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย กำหนดปัญหาหรือความต้องการ ค้นหาแนวคิด วางแผนและพัฒนาแนวคิด ทดสอบและประเมินผล และนำเสนอ ซึ่งการทำงานมีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของศูนย์การเรียนการสอนสะเต็มของสมาคมเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ

ที่มา: กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ. (2557). กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2) กระทรวงทางการศึกษา ประเทศอังกฤษ กำหนดหลักสูตรการศึกษาแห่งชาติตลอดจนหลักสูตรของโรงเรียนนานาชาติที่ใช้ระบบอังกฤษ ได้กำหนดกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมว่าประกอบด้วย กำหนดความต้องการ รวบรวมข้อมูล สร้างแนวคิด พัฒนาแนวคิด ลงมือปฏิบัติและประเมินผล โดยการทำงานมีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปทำงานขั้นตอนต่าง ๆ ได้ ดังแผนภาพ



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของกระทรวงทางการศึกษาประเทศอังกฤษ

ที่มา: กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ. (2557). กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3) หน่วยงานการศึกษาและการฝึกอบรม ของรัฐนิวเซาท์เวลล์ ประเทศออสเตรเลีย เรียกกระบวนการทำงานนี้ว่า กระบวนการเทคโนโลยี (Technology process) ประกอบด้วยการทำงาน 3 ระยะ คือ การสำรวจและกำหนดงาน การสร้างและพัฒนาแนวคิด การลงมือปฏิบัติ โดยในแต่ละระยะจะมีการวางแผนการจัดการและประเมินผล ดังภาพ

ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของหน่วยงานการศึกษาและการฝึกอบรมของรัฐนิวเซาท์เวลล์

ที่มา: กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ. (2557). กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จากการนำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนออกแบบทางวิศวกรรมที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่า มีรูปแบบและขั้นตอนบางอย่างแตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายคลึงกันคือเน้นการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักการวางแผนการแก้ปัญหา สามารถคิดค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดโดยแต่ละรูปแบบจะมีขั้นตอนหรือรายละเอียดคล้ายกัน คือ 1. ขั้นระบุปัญหา 2. ขั้นรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

3.4 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยฝึกผู้เรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการทำงานในชีวิตจริงและหลักการทำงานของวิศวกรรมมากขึ้น การเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ระดมความคิดและช่วยกันตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดและเวลาที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับหลักการทำงานในชีวิตจริง เป็นกระบวนการทำงานที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการ

ทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักวางแผนการแก้ปัญหา เข้าใจถึงกระบวนการที่ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ใหม่ของวิศวกร ที่ต้องมีการวางแผนการทำงานการปรับปรุงแก้ไข หารคิดค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ทักษะการแก้ปัญหาที่เกิดจากการเรียนรู้นี้จะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักการเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ฝึกฝนในห้องเรียนไปสู่การนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตจริง

การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จึงเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนการสอนที่ดี และสามารถเสริมสร้างและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนโดยผ่านการคิดอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการต่อยอดความรู้ที่มีอยู่เดิมให้ขยายไป จนทำให้มีมุมมองใหม่ในการแก้ปัญหานั้นได้อย่างครอบคลุมและถูกต้อง จนสามารถนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นการเพิ่มความสามารถทางปัญญาของผู้เรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์และทักษะการปัญหานี้ยังสอดรับกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ที่ได้กล่าวถึงความสำคัญการพัฒนานวัตกรรมและการใช้ความคิดสร้างสรรค์ เป็นส่วนหนึ่งของการขับเคลื่อนการพัฒนาในทุกมิติ เพื่อยกระดับศักยภาพของประเทศ โดยมุ่งเน้นการนำความคิดสร้างสรรค์และการพัฒนานวัตกรรม ให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ

สุวิมล สาสังข์ (2562, น. 92) กล่าวว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการดำเนินกิจกรรมสะเต็มศึกษานั้น ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการทำงานในชีวิตจริงและหลักการทำงานของวิศวกรรมมากขึ้นโดยครูมีหน้าที่เพียงเป็นผู้ช่วยเหลือ กระตุ้นคำถามและเสนอแนะความคิดเห็นเท่านั้น เนื่องจากในการสร้างชิ้นงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ลงมือปฏิบัติเอง ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ศึกษาข้อมูลแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ระดมความคิดและช่วยกันตัดสินใจภายใต้เงื่อนไข ข้อจำกัดและเวลาที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับหลักการทำงานในชีวิตจริง และหลักการทำงานของวิศวกรรมที่เมื่อมีการสร้างผลงาน หรือการสร้างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ย่อมต้องมีเงื่อนไข หรือข้อจำกัดต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556, น. 15-18) กล่าวว่า กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นกระบวนการทำงานที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักวางแผนการแก้ปัญหา เข้าใจถึงกระบวนการที่ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ใหม่ของวิศวกร ที่ต้องมีการวางแผนการทำงานการปรับปรุงแก้ไข หารคิดค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

จากข้อมูลข้างต้น กล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักวางแผนการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนระดมความคิดและช่วยกันตัดสินใจ การจัดการเรียนการสอน

ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาโดยผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนการที่สามารถช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ การคิดแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การคิดสร้างนวัตกรรมและการพัฒนาผลิตภัณฑ์

3.5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ได้มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านเสนอวิธีนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจ ดังนี้

(Ziaeefard และคนอื่น ๆ, 2017, อ้างถึงในณัฐวุฒิ อรุณรัตน์, 2561) ได้กำหนดรูปแบบการเรียนรู้การออกแบบวิศวกรรม ไว้ดังนี้

1. การตั้งคำถาม (Ask) คือ การถามคำถามด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือถามหาถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ข้อจำกัดคืออะไร

2. การออกแบบ (Imagine) คือ การออกแบบวิธีการดำเนินการ ระดมความคิดเลือกแผนการที่ดีที่สุด หรือการพัฒนางานโดยใช้โมเดล

3. การวางแผน (Plan) คือ การวางแผนการดำเนินงาน การเลือกวัสดุหรือสิ่งที่ต้องการใช้ และแนวทางการดำเนินการตรวจสอบ

4. การดำเนินการ (Create) คือ การด่าเนินการตามแผนที่ออกแบบไว้หรือดำเนินการทดสอบ วิเคราะห์ แปลงผลข้อมูล

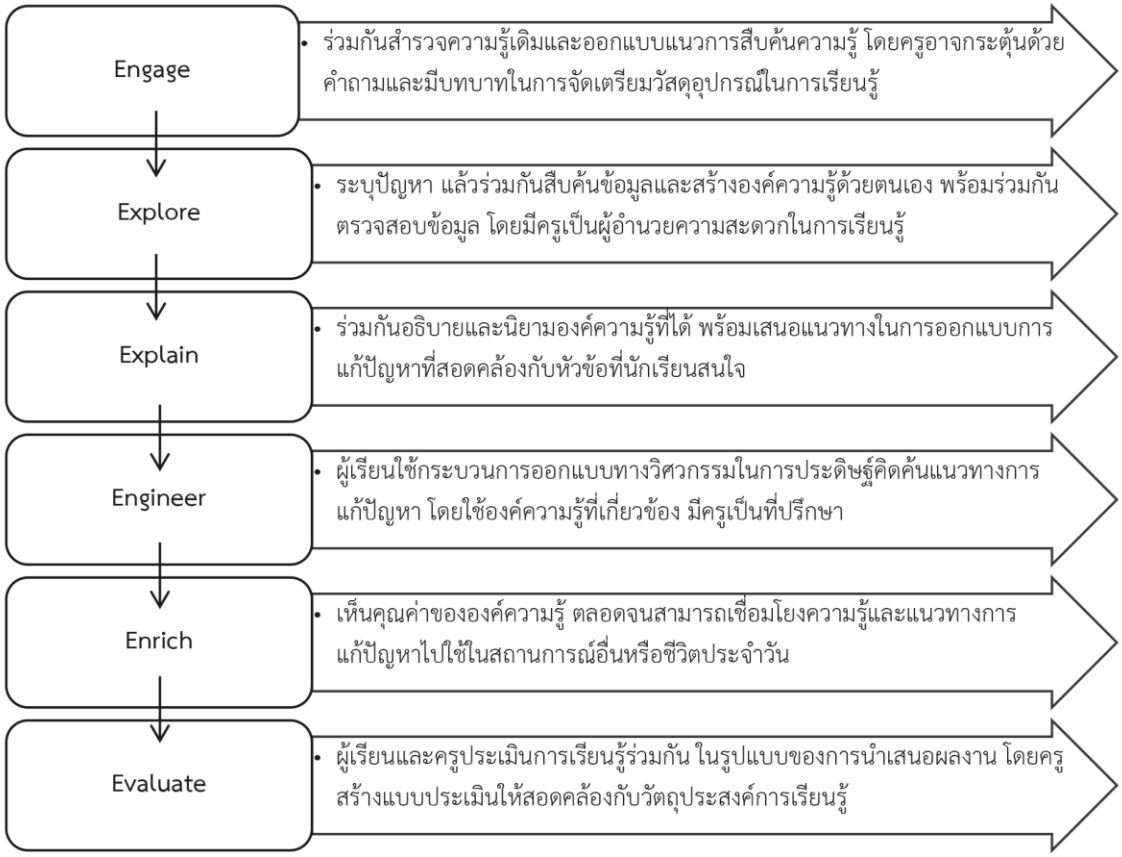
5. การปรับปรุง (Improve) คือ การดำเนินการปรับปรุงงานในสิ่งที่ต้องการแก้ไขออกแบบใหม่ พร้อมทั้งดำเนินการใหม่

6. การอธิบายด้วยหลักการวิศวกรรม คือ การใช้วิธีการคำนวณหรือความรู้พื้นฐานในการอธิบายงานที่กำหนดไว้

7. การอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูล คือ การมีส่วนร่วมในการโต้แย้งร่วมกันกับผู้อื่นจากหลักฐานหรือข้อค้นพบ

8. การประเมินผลและการสื่อสาร

รูปแบบการสอน 6E Learning by Design™ Model เสนอโดย Burke (มุสตากีม อาแว, ญาสุมิน วรกิจจานนท์, ปิยพร ศักดิ์ภิรมย์, และ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2562, น. 309-327) ที่มีการนำทักษะทางวิศวกรรมเข้ามาปรับใช้กับเทคนิคการจัดการเรียนรู้ 5E Learning แบบดั้งเดิม ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังภาพ



ภาพประกอบ 9 รูปแบบการสอน 6E Learning by Design™ Model

ที่มา: มุสตากีม อาแว และคณะ. (2562)

โมเดล SLED (The Science Learning through Engineering Design) เสนอโดย Capobianco และคณะ (Capobianco และคนอื่น ๆ, 2013, น. 58) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ

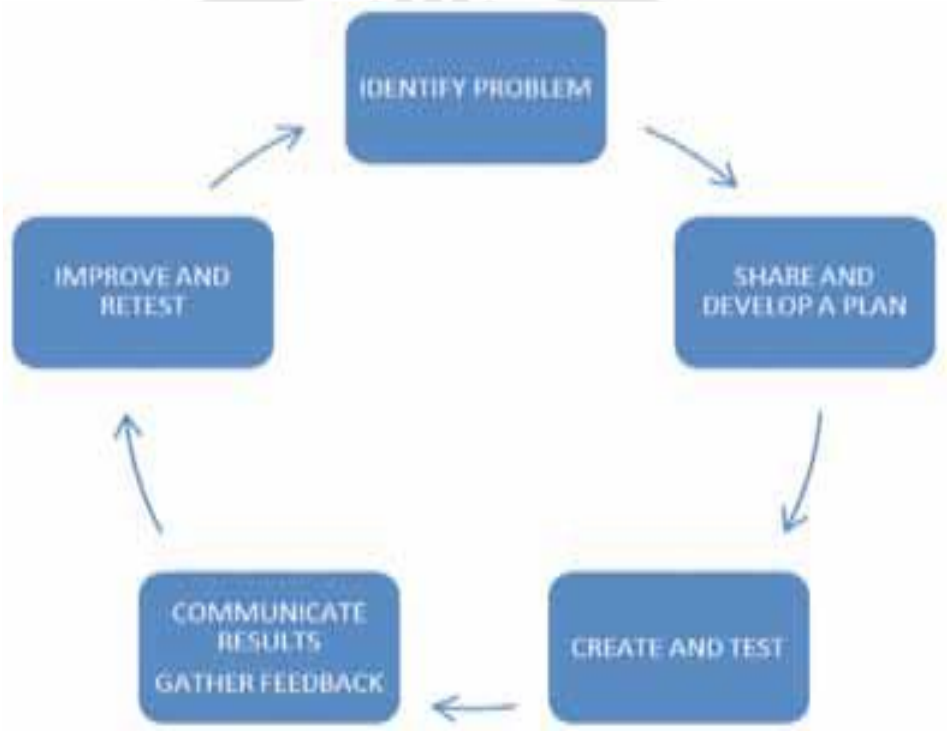
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify problem) นักเรียนร่วมกันทำงาน เพื่อระบุบริบทโดยรวมของปัญหา ทั้งปัญหาโดยรวมและปัญหาที่สำคัญเฉพาะเจาะจง

ขั้นที่ 2 แลกเปลี่ยนและวางแผน (Share and Develop a plan) นักเรียนแต่ละคนคิดแนวทางการแก้ปัญหาตามสิ่งที่ตนเองรู้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองเคยศึกษา จากนั้นนักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาภายในกลุ่ม และตกลงร่วมกันวางแผนรายละเอียดการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 สร้างและทดสอบ (Create and Test) นักเรียนร่วมกันออกแบบเพื่อสร้างและทดสอบแผนหรือโมเดลของกลุ่มตนเอง ในขั้นตอนนี้จะเน้นการบันทึกผลลัพธ์จากการทดสอบและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีอยู่เพื่ออธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 4 นำเสนอและรับฟังข้อเสนอแนะ (Communicate results gather feedback) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลลัพธ์ของการออกแบบแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ และทั้งชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ปรับปรุงและทดสอบซ้ำ (Improve and Retest) นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อเสนอแนะจากกลุ่มอื่น ๆ จากนั้นกลับมาปรับปรุงแผนของตนเองและทำการทดสอบซ้ำ



ภาพประกอบ 10 โมเดล SLED

ที่มา: Capobianco และคนอื่น ๆ (2013)

ขั้นตอน SLED โมเดล	บทบาทผู้เรียน	บทบาทครูผู้สอน
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify problem)	กำหนดปัญหาของสังคมที่ต้องการแก้ไข (การขนส่งผลไม้ในระยะไกลทำให้เกิดการเน่าเสียและทำให้ต้องใช้ต้นทุนสูงในการขนส่ง)	กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตั้งคำถามและระบุปัญหา อาจจัดกระทำโดยการตั้งคำถาม
ขั้นที่ 2 แลกเปลี่ยนและวางแผน (Share and Develop a plan)	ระดมความคิดในลักษณะของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยสมาชิกแต่ละคนร่วมกันนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ เช่น การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ การยืดอายุผลไม้โดยใช้สารทางชีวภาพ เป็นต้น แล้วร่วมกันเลือกแนวทางที่ดีที่สุดมาทดสอบในขั้นถัดไป	จัดหาวัสดุอุปกรณ์และอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน ในลักษณะของการเป็นที่ปรึกษาและผู้ชี้แนะ
ขั้นที่ 3 สร้างและทดสอบ (Create and Test)	สร้างและพัฒนาบรรจุภัณฑ์สำหรับการบรรจุผลไม้เพื่อการขนส่งในระยะไกล ทั้งนี้ต้องอยู่ภายใต้หลักการทางวิทยาศาสตร์และสามารถทดสอบได้จริง	จัดหาวัสดุอุปกรณ์และอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน ในลักษณะของการเป็นที่ปรึกษาและผู้ชี้แนะ
ขั้นที่ 4 นำเสนอและรับฟังข้อเสนอแนะ (Communicate results gather feedback)	ร่วมกันนำเสนอและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้สมาชิกในชั้นเรียนร่วมกันวิพากษ์ ตลอดจนพิจารณาผลกระทบรอบด้านอย่างรอบคอบ	เปิดโอกาสให้สมาชิกในชั้นเรียนได้แสดงออกความคิดอย่างอิสระทำตัวเป็นกลางและร่วมกันสรุปประเด็นจากข้อเสนอแนะ
ขั้นที่ 5 ปรับปรุงและทดสอบซ้ำ (Improve and Retest)	แต่กลุ่มนำข้อเสนอแนะจากชั้นเรียนพาปรับปรุงบรรจุภัณฑ์และทดสอบซ้ำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด	จัดหาวัสดุอุปกรณ์และอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน ในลักษณะของการเป็นที่ปรึกษาและผู้ชี้แนะ อาจตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบหลักการของกลุ่มตนเองอย่างรอบคอบอีกครั้ง

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ตามโมเดล SLED

ที่มา: (มุสตากีม อาแว และคนอื่น ๆ, 2562)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Project-based Learning Model for 21st Century พัฒนาโดย Baker และคณะ (2011, อ้างถึงใน มุสตากีม อาแว และคณะ, 2562) มีการปรับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้โครงงานเป็นฐานแบบดั้งเดิม มาปรับปรุงโดยนำกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมาร่วมด้วย ประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อย 8 ขั้นตอน ได้แก่

1. การสืบค้นข้อมูลและองค์ความรู้
2. การนิยามและระบุปัญหา
3. การตรวจสอบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. การพิจารณาผลกระทบของปัญหาต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
5. มองหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้
6. วางแผนและร่วมกันออกแบบกับสมาชิกในกลุ่ม
7. ดำเนินการตามแผนงาน
8. สรุป ประเมินผลและสะท้อนคิดร่วมกัน

ทั้งนี้ครูต้องคอยชี้แนะและให้คำปรึกษา รวมถึงคอยสังเกตเหตุการณ์ต่าง ๆ ทุกขั้นตอน พร้อมกับประเมินผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมจะถูกนำมาประยุกต์กับเทคโนโลยีระหว่างอยู่ในขั้นดำเนินงาน ให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจที่เกิดจากการทำกิจกรรมมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเองได้

จะเห็นได้ว่า รูปแบบการสอนตามกระบวณการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นมีหลากหลายรูปแบบ โดยผู้สอนสามารถเลือกใช้รูปแบบได้ตามความเหมาะสมของผู้เรียนและบริบทอื่น ๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบการสอน SLED (The Science Learning through Engineering Design: SLED) เสนอโดย Capobianco, Nyquist and Tyrie (2012) เนื่องจากเป็นโมเดลที่การเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ปรับให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน และเป็นรูปแบบที่พัฒนามาเพื่อเน้นสำหรับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีการปรับทำให้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ง่ายลง มีขั้นตอนไม่ซับซ้อนและเหมาะกับการสอนนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม

สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์ และ ธิติยา บงกชเพชร (2560) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ จำนวน 24 คน พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้น

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ และทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการจินตนาการร่างภาพซึ่งเป็นแบบจำลองรูปแบบการหมุนในแต่ละสถานการณ์ที่สมบูรณ์เพื่อสื่อถึงวิธีการสร้างที่ถูกต้อง ตลอดจนมีการวางแผนในการทำงาน

มนัส ชวดดา (2560) ศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3 จากโรงเรียนตาคลีประชาสรรค์ จำนวน 50 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มผลการประเมินในภาพรวมทั้ง 5 ขั้นอยู่ในระดับดีมาก

สุวิมล สาสังข์ (2562) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาคร แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

ณัฐวุฒิ อรุณรัตน์ (2561) ศึกษาผลการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม จำนวน 41 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม จำนวน 44 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมกับนักเรียนที่เรียนด้วยเครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Shahali, Halim, Rasul, Osman, และ Zulkifeli (2016) ได้ทดลองนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชา STEM กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับ

มัธยมศึกษา โดยทดลองในปี 2014 จำนวน 129 คน และปี 2015 จำนวน 113 คน จากการทดลองทั้ง 2 ปีพบว่าการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการทำชิ้นงาน STEM เพิ่มขึ้นจากระดับปานกลางไประดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนมีความสนใจในเรียน STEM เพิ่มขึ้นจากระดับปานกลางไประดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

Lyn D English และ Donna T King (2015, น. 1-18) ศึกษาทดลองจัดการเรียนรู้เรื่องการบินและอวกาศโดยประยุกต์ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 63 คน พบว่า ผู้เรียนที่มีอายุน้อยสามารถเรียนรู้ด้านวิศวกรรมเบื้องต้นได้ โดยนักเรียนจะใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมช่วยให้ผู้เรียนสามมารถเรียนรู้ด้านวิศวกรรมในระยะเริ่มต้นและเป็นการสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนพบเจอปัญหาที่หลากหลาย

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

Gagne (1970) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่อาศัยการนำหลักการตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปมาใช้ร่วมกันจนเกิดเป็นความสามารถด้านการแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทนี้ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหมด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 174) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่ได้รับการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันก็ได้ โดยแนวทางแก้ปัญหานั้นจำเป็นต้องใช้เทคนิค วิธีการต่าง ๆ ที่เป็นลำดับขั้นตอนคือ การกำหนดปัญหา ทำความเข้าใจ วางแผนแก้ปัญหา ลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา ตลอดจนการตรวจสอบการแก้ปัญหาและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น ๆ

(Good และ Merkel, 1973, น. 306) เป็นแบบแผนหรือวิธีการพยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ โดยมีการตั้งสมมติฐาน มีการตรวจสอบสมมติฐาน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองและนำไปสู่การสรุปผลการทดลองนั้น

จากความหมายดังกล่าวทั้งหมดข้างต้นกล่าวโดยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์คือกระบวนการทางความคิดพิจารณาไตร่ตรองสิ่งที่เป็นปัญหา โดยมีการรวบรวมความรู้หรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลมาใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาอย่างมีขั้นตอน

4.2 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนวนนณกรรมได้มีนักการศึกษาแบ่งองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

Guilford (1971, น. 54) ได้แบ่งองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 องค์ประกอบ คือ

1. การเตรียมการ เป็นการค้นหาและตั้งปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์

2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นการพิจารณาสาเหตุของปัญหา

3. การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งตรงกับสาเหตุของปัญหา

4. การตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นการใช้เกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีแก้ปัญหาที่เลือก

5. การประยุกต์ใช้ เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและผ่านการตรวจสอบไปใช้แก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์อื่น ๆ

ดวงพร สมจันทร์ตา (2559, น. 12-16) ได้แบ่งองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ทั้งหมด 4 องค์ประกอบ คือ

1. การระบุปัญหา คือ ความสามารถในการค้นพบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยสามารถระบุได้ว่าปัญหาจากสถานการณ์นั้นคืออะไร

2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นความสามารถในการแยกแยะและจำแนกสาเหตุที่สามารถเป็นไปได้จากการพิจารณาสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่ได้กำหนด

3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผน คิดค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับสาเหตุของปัญหาหรือเสนอแนวทางวิธีที่นำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

4. การตรวจสอบวิธีการ เป็นความสามารถในการอภิปรายว่าจากการแก้ปัญหาตามที่เสนอวิธีมานั้นจะเกิดผลที่ตามมาอย่างไร

(Bruner, 1957, น. 123-124) ได้แบ่งองค์ประกอบของกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. การรู้จักปัญหา เป็นการที่บุคคลรับรู้สิ่งที่ตนเองกำลังพบเจออยู่ว่าสิ่งนั้นคือปัญหา

2. การแสวงหา เป็นการที่พยายามในการระลึกถึงประสบการณ์เดิมที่เคยผ่านมา

3. การตรวจสอบความถูกต้อง เป็นการตรวจสอบและการจัดประเภทของปัญหา

4. การตัดสินใจ เป็นการเลือกขั้นตอนปฏิบัติที่มีการตัดสินแล้วว่าเหมาะสมกับปัญหา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาสรุปได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหามีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนค้นพบปัญหา มีการรับรู้และเข้าใจปัญหา โดยอาศัยข้อมูลภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

2. การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหา โดยผู้เรียนสามารถคาดคะเนหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนด

3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนอธิบาย วางแผนหรือเสนอแนวทางในการปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหาได้เหมาะสม

4. การตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนอภิปรายได้ว่าผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุหรือไม่ หรือคาดการณ์ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกได้

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สุธิดา วันสุดล (2561) ศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน ผลการวิจัย พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ฯ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ($t = 9.417$, $p = .000$)

นันท์นภัส ลิ้มสันติธรรม (2561) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มเพื่อส่งเสริมกรอบแนวคิดเติบโตและความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 29 คน ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) สร้างความเชื่อ 2) ระบุปัญหา 3) รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 4) ออกแบบการแก้ปัญหา 5) วางแผนและแก้ปัญหา 6) ประเมินผลงาน และ 7) นำเสนอและสะท้อนการเรียนรู้ มีคุณภาพที่เหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00 และสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับปานกลาง

วรรณภา ชื่นนอก (2554) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญอย่างสถิติที่ระดับ .05 และมีนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อย 75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน

Klegeris, Bahniwal, และ Hurren (2013, น. 73-79) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่นักศึกษาที่ไม่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทั่วไปหลังเรียนกับก่อนเรียนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. กระบวนการทดลอง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย

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

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดอัมพวัน อำเภอพรหมบุรี จังหวัดสิงห์บุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2564 จำนวน 22 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) โดยมีหน่วยการสุ่มคือโรงเรียน ผลการสุ่มได้โรงเรียนวัดอัมพวัน ซึ่งมีนักเรียนที่กำลังชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ทั้งหมด 22 คน ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากการคำนวณจากโปรแกรม G*Power 3.1 โดยกำหนดค่าขนาดอิทธิพลจากงานวิจัยของ สุวิมล สาสังข์ (2562)โดยได้ค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.95 กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05 และระบุอำนาจการทดสอบที่ .95 ได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 16 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มขนาดตัวอย่างอีกร้อยละ 30 เพื่อเป็นการป้องกันอัตราการขาดหายของตัวอย่าง รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 22 คน

2. กระบวนการทดลอง

2.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบแผนการทดลองเบื้องต้น (Pre – Experimental Design) ผู้วิจัยใช้การทดลองแบบหนึ่งกลุ่มวัดก่อนและหลัง (One group Pretest-posttest design) (อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล, 2561, น. 142) ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังตาราง 2

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

หมายเหตุ ผู้วิจัยใช้คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม (Covariate)

2.2 ระยะเวลาในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2564 โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้เวลาในการทดลองจัดการเรียนรู้จำนวน 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวม 20 ชั่วโมง

ตาราง 2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

สัปดาห์ที่	เวลาที่ใช้	กิจกรรม
1	4 ชั่วโมง	จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เครื่องคัดแยกไข่
2	4 ชั่วโมง	จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เครื่องกดเจลแอลกอฮอล์
3	4 ชั่วโมง	จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กล่องพัสดุกันกระแทก
4	4 ชั่วโมง	จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ขนส่งอาหารเดลิเวอรี่
5	4 ชั่วโมง	จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เครื่องฟอกอากาศ DIY

2.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง “การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา” ซึ่งตรงกับมาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม ตัวชี้วัด ว 4.2 ป.6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือในการทดลองและเก็บข้อมูล ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยี (วิทยากรคำนวณ) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ออกแบบตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยทั้งสิ้น 5 แผน ใช้เวลาแผนละ 4 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2. แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหา 4 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามย่อยจำนวน 4 ข้อ ซึ่งจะวัดตามขั้นตอนของการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ขั้นตอน จำนวนรวมทั้งหมด 16 ข้อย่อย

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา วัดพฤติกรรม 3 ด้าน คือ 1) ความเข้าใจ 2) การนำไปใช้ และ 3) การวิเคราะห์ จำนวน 20 ข้อ

4. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหา 4 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามย่อยจำนวน 4 ข้อ ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ 1) การระบุปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอวิธีแก้ปัญหา และ 4) การคาดการณ์ผลลัพธ์ จำนวนรวมทั้งหมด 16 ข้อย่อย

4. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1) ศึกษาหลักสูตรการศึกษาแกนกลาง พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โดยศึกษาขอบข่ายของเนื้อหารายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาเทคโนโลยี (วิทยากรคำนวณ) ระดับชั้นประถมศึกษาศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา

2) ศึกษาทฤษฎี หลักการ งานวิจัยและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3) ศึกษาเนื้อหาที่จะใช้สอน โดยขอบเขตของเนื้อหาที่ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ในมาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

4) ศึกษาหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

5) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จำนวน 5 แผน โดยองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนเรียนรู้มีดังนี้

1) มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

2) สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด

3) จุดประสงค์การเรียนรู้

4) คุณลักษณะอันพึงประสงค์

5) สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

6) กิจกรรมการเรียนรู้

7) สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

8) การวัดและประเมินผล

9) บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

6) นำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

7) นำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

8) ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยแสดงข้อมูลรายละเอียดการประเมินดังตารางในภาคผนวก

9) ผลการประเมินคุณภาพแผนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าจากการประเมินทั้งหมด 20 ประเด็น ผลการประเมินคุณภาพแผนการสอนทั้ง 5 แผนที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ตั้งแต่ 4.22 – 4.47 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ตั้งแต่ 0.20 – 0.27

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

4.2 การสร้างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

1. ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ

2. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

3. สร้างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณตามนิยามเชิงปฏิบัติการ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหา 4 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามย่อยจำนวน 4 ข้อ ซึ่งจะวัดตามขั้นตอนของการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ขั้นตอน

4. นำแบบวัดที่สร้างปรึกษาต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5. นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยเป็น

- ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 ท่าน
- ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา จำนวน 2 ท่าน

6. นำผลการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อและคัดเลือกข้อความถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งแสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่าแบบวัดมีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00

7. นำแบบวัดไปทดลองใช้ (try out) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 25 คน เป็นนักเรียนจากโรงเรียนวัดเก้าชั่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีลักษณะบริบทคล้ายกันกับกลุ่มตัวอย่าง

8. นำแบบวัดมาวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อเพื่อหาคุณภาพของแบบวัดผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบวัดมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.600 – 0.773 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.570 – 0.884

9. คัดเลือกแบบวัดจำนวน 16 ข้อ ไปหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Reliability) โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha method) พบว่าแบบวัดมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.960

10. นำแบบวัดฉบับสมบูรณ์ไปใช้จริงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง

ตัวอย่าง แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

1. จงพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

> แนนอาศัยอยู่ในอำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ซึ่งในชุมชนของแนนนั้นส่วนใหญ่ชาวบ้านจะมีอาชีพทำเครื่องสังคโลกสืบต่อกันมาเป็นเวลานานแล้ว เครื่องสังคโลกมีลักษณะเหมือนกับเครื่องปั้นดินเผาที่ผลิตขึ้นเป็นภาชนะ ตลอดจนตุ๊กตารูปคน รูปสัตว์ ทำให้ชุมชนของแนนมีชื่อเสียงมาก มีนักท่องเที่ยวมาเยี่ยมชมและซื้อกลับไปจำนวนมาก แต่เนื่องจากขณะนี้มีสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโควิด ทำให้นักท่องเที่ยวไม่สามารถเดินทางมายังชุมชน ชาวบ้านขายเครื่องสังคโลกไม่ได้ทำให้ขาดรายได้และเดือดร้อนกันเป็นจำนวนมาก แนนจึงคิดหาวิธีค้าขายทางออนไลน์และส่งผลิตภัณฑ์ไปยังผู้ซื้อ แต่แนนพบปัญหาว่าเครื่องสังคโลกนั้นแตกหักง่าย หากส่งสินค้าแบบทั่วไปจะทำให้ได้รับความเสียหาย

1.1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องอะไร (3 คะแนน)

ตอบ ……..

ให้นักเรียนแยกปัญหาดังกล่าวออกเป็นปัญหาย่อยได้อย่างไรบ้าง โดยบอกเป็นข้อให้ชัดเจน

ตอบ ……..

……...

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน	ระบุปัญหาย่อยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง ชัดเจน โดยระบุได้หลากหลายปัญหาได้ครบถ้วนตามสถานการณ์ที่พบ
2 คะแนน	ระบุปัญหาย่อยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง ชัดเจน แต่ไม่หลากหลาย มีปัญหาที่พบเพียง 1 ปัญหา
1 คะแนน	ระบุปัญหาย่อยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ 1 ปัญหา แต่ยังระบุได้ใจความไม่ครบถ้วนและชัดเจน
0 คะแนน	ระบุปัญหาย่อยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม

1.2 ให้นักเรียนจัดกลุ่มปัญหาย่อยที่ระบุไว้ในข้อที่ 1.1 ว่าปัญหาใดที่เหมือนกัน คล้ายคลึงกัน หรือจัดอยู่ในรูปแบบเดียวกันได้บ้าง (3 คะแนน)

ตอบ……...

……...

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน	พิจารณาปัญหาย่อยว่าปัญหาใดมีความเหมือนกันได้ สามารถจัดกลุ่มปัญหาแต่ละปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนทุกปัญหาย่อยตามที่ระบุไว้
2 คะแนน	พิจารณาปัญหาย่อยว่าปัญหาใดมีความเหมือนกันได้ จัดกลุ่มบางปัญหาตามที่ระบุไว้ผิดพลาดแต่ไม่เกินจำนวน 1 ปัญหาย่อย
1 คะแนน	พิจารณาปัญหาย่อยว่าปัญหาใดมีความเหมือนกันได้ แต่ส่วนใหญ่จัดกลุ่มปัญหาตามที่ระบุไว้ผิดพลาด จำนวน 2-3 ปัญหา
0 คะแนน	ไม่สามารถพิจารณาปัญหาย่อยว่าปัญหาใดมีความเหมือนกันได้ จัดกลุ่มปัญหาย่อยตามที่ระบุไว้ผิดทุกปัญหา

1.3 ให้นักเรียนระบุว่าปัญหาย่อยที่สำคัญและไม่สำคัญมีอะไรบ้าง และปัญหาใดที่เป็นปัญหาสำคัญที่สุดที่ควรพิจารณาเป็นอันดับแรก พร้อมให้เหตุผลประกอบ (3 คะแนน)

ปัญหาย่อยที่สำคัญ	ปัญหาย่อยที่ไม่สำคัญ
……...	……
……	……
……	……

ปัญหาสำคัญที่สุดที่ควรพิจารณาเป็นอันดับแรกคืออะไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ตอบ……

……

……

……

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน	พิจารณาได้ว่าปัญหาย่อยใดที่สำคัญและไม่สำคัญ และระบุได้ว่าปัญหาใดมีความสำคัญที่สุด พร้อมให้เหตุผลสนับสนุนได้เหมาะสม ชัดเจน
2 คะแนน	พิจารณาได้ว่าปัญหาย่อยใดที่สำคัญและไม่สำคัญ และระบุได้ว่าปัญหาใดมีความสำคัญที่สุด แต่ให้เหตุผลสนับสนุนได้ไม่เหมาะสม ไม่ชัดเจน คลุมเครือ
1 คะแนน	พิจารณาและระบุปัญหาย่อยที่สำคัญและไม่สำคัญบางปัญหาผิด และไม่สามารถระบุได้ว่าปัญหาใดมีความสำคัญที่สุด ให้เหตุผลสนับสนุนได้ไม่เหมาะสม ไม่ชัดเจน คลุมเครือ
0 คะแนน	ไม่สามารถพิจารณาได้ว่าปัญหาย่อยใดที่สำคัญและไม่สำคัญ ระบุปัญหาย่อยที่สำคัญและไม่สำคัญผิดทุกปัญหา และไม่สามารถระบุได้ว่าปัญหาใดมีความสำคัญที่สุด ให้เหตุผลสนับสนุนได้ไม่เหมาะสม ไม่ชัดเจน คลุมเครือ

1.4 ให้นักเรียนจัดกลุ่มปัญหาย่อยที่ระบุไว้ในข้อที่ 1.1 ว่าปัญหาใดที่เหมือนกัน คล้ายคลึงกัน หรือจัดอยู่ในรูปแบบเดียวกันได้บ้าง (3 คะแนน)

ตอบ……

……

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน	เขียนผังงานได้ถูกต้อง ให้รายละเอียดได้ชัดเจนทุกขั้นตอน สื่อสารผังงานได้เข้าใจง่าย ใช้สัญลักษณ์ในผังงานได้เหมาะสมถูกทุกขั้นตอน
2 คะแนน	เขียนผังงานได้ถูกต้อง แต่ให้รายละเอียดในบางขั้นตอนไม่ชัดเจน มีบางจุดที่สื่อสารไม่ชัดเจน ใช้สัญลักษณ์ในผังงานผิดพลาดเพียงเล็กน้อย 1-2 จุด
1 คะแนน	เขียนผังงานได้ถูกต้องบางส่วน เขียนผังงานไม่เสร็จทุกขั้น ให้รายละเอียดในบางขั้นตอนไม่ชัดเจน ใช้สัญลักษณ์ในผังงานผิด 3-4 จุด
0 คะแนน	เขียนผังงานไม่ถูกต้อง เขียนผังงานไม่เสร็จทุกขั้น ให้รายละเอียดผังงานไม่ชัดเจน ใช้สัญลักษณ์ในผังงานผิดเป็นส่วนใหญ่

4.3 การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา

1. ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาหลักสูตรการศึกษาแกนกลาง พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โดยศึกษาขอบข่ายของเนื้อหารายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาเทคโนโลยี (วิทยากรคำนวณ) ระดับชั้นประถมศึกษาศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา

2. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของแบบทดสอบ และสร้างผังข้อสอบ (Test blueprint) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังตาราง 4

ตาราง 3 ผังข้อสอบ(Test blueprint) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหา/ ระดับพฤติกรรม	**ความเข้าใจ**	**การนำไปใช้**	**การวิเคราะห์**	**การสังเคราะห์**	**รวม**
1) การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน	2	1	1	1	5
2) แนวคิดของการทำงานแบบวนซ้ำ	2	1	1	1	5
3) แนวคิดของการทำงานแบบมีเงื่อนไข	2	1	1	1	5
4) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน	-	2	2	1	5
รวม	6	5	5	4	20

3. สร้างแบบทดสอบ มีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และมีตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว กำหนดเกณฑ์ให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 ตอบผิดให้ 0

4. นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วปรึกษาต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยเป็น

- ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 ท่าน
- ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา จำนวน 2 ท่าน

6. นำผลการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นรายข้อ และคัดเลือกข้อความถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งแสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่าแบบทดสอบมีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00

7. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (try out) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 25 คน เป็นนักเรียนจากโรงเรียนวัดเก้าชั่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีลักษณะบริบทคล้ายกันกับกลุ่มตัวอย่าง

8. นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.440 – 0.720 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.209 – 0.714

9. คัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ ไปหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Reliability) โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน พบว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.840

10. นำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ไปใช้จริงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง

ตัวอย่าง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา

1. สมมติว่า เก๋ ก้อย นุ่น และนิ่ม มีขยะคนละชนิดกันซึ่งทิ้งลงในถังขยะต่างชนิดกัน (ไม่ซ้ำกัน) โดยมีข้อมูลดังนี้

1. เก๋ไม่ได้ทิ้งขยะลงในถังขยะสีแดงและสีเขียว
2. ก้อยมีขยะที่สามารถผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ได้
3. นุ่นจะไม่ทิ้งขยะลงในถังขยะสีเขียว

อยากทราบว่าขยะที่นิ่มมีอยู่คือข้อใด

ก. หลอดไฟ ข. ขวดแก้ว

ค. เศษอาหาร ง. กล่องโฟมใส่อาหาร

2. หลังจากเลิกเรียนเวลา 15.30 น. มาร์คจะใช้เวลาซ้อมฟุตบอลที่สนามของโรงเรียนโดยเริ่มซ้อมเวลา 15.45 น. เริ่มต้นด้วยการวอร์มร่างกายก่อนลงซ้อมเตะฟุตบอล 25 นาที และใช้เวลาในการซ้อมเตะฟุตบอล 1 ชั่วโมง 30 นาที มาร์คซ้อมฟุตบอลเสร็จเวลาใด

ก. 17.00 น. ข. 17.30 น.

ค. 17.40 น. ง. 17.45 น.

3. จงพิจารณาข้อมูลรอบฉายภาพยนตร์ของโรงภาพยนตร์แห่งหนึ่งต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

เวลา	รายชื่อภาพยนตร์
9.00 – 12.00 น.	อวตาร
9.45 –11.00 น.	ไททานิก
10.30 – 11.45 น.	ทอย สตอรี่
11.50 – 13.00 น.	แบทแมน อัศวินรัตติกาล
12.30 – 13.45 น.	ทอย สตอรี่
15.00 – 18.00 น.	อวตาล
16.00 – 17.45 น.	ไททานิก

ถ้าวันนี้เป็นวันเสาร์ นักเรียนได้นัดหมายกับเพื่อนเพื่อชมภาพยนตร์ด้วยกัน โดยนักเรียนเลิกเรียนพิเศษ เวลา 12.30 น. และเดินทางไปที่โรงภาพยนตร์ในห้างสรรพสินค้าที่ได้นัดหมายไว้ ถึงที่หมายเวลา 13.15 น. แต่ปรากฏว่าเพื่อนยังเดินทางมาไม่ถึง นักเรียนจึงนั่งรอเพื่อนอีก 20 นาที จึงได้พบกับเพื่อน อยากทราบว่านักเรียนและเพื่อนควรเลือกชมภาพยนตร์เรื่องใด ที่ใช้เวลารอน้อยที่สุดและได้ชมภาพยนตร์เต็มเรื่อง

ก. อวตาล

ข. แบทแมน อัศวินรัตติกาล

ค. ไททานิก

ง. ทอย สตอรี่

4.4 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. สร้างแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหา 4 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามย่อยจำนวน 4 ข้อ ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ 1) การระบุปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอวิธีแก้ปัญหา และ 4) การคาดการณ์ผลลัพธ์

4. นำแบบวัดที่สร้างปรึกษาต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5. นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยเป็น

- ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 ท่าน
- ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา จำนวน 2 ท่าน

6. นำผลการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อและคัดเลือกข้อความถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งแสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่าแบบวัดมีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00

7. นำแบบวัดไปทดลองใช้ (try out) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 25 คน เป็นนักเรียนจากโรงเรียนวัดเก้าชั่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีลักษณะบริบทคล้ายกันกับกลุ่มตัวอย่าง

8. นำแบบวัดมาวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อเพื่อหาคุณภาพของแบบวัดผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบวัดมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.587 – 0.747 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.551 – 0.947

9. คัดเลือกแบบวัดจำนวน 16 ข้อ ไปหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Reliability) โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha method) พบว่าแบบวัดมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.967

10. นำแบบวัดฉบับสมบูรณ์ไปใช้จริงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง

ตัวอย่าง แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ จากนั้นตอบคำถามข้อ 1.1 – 1.4

> ลุงวิเชียรเป็นชาวสวนผลไม้ ในสวนของลุงวิเชียรมีผลไม้หลายชนิด เช่น เงาะ ทุเรียน ลำไย ปีที่ผ่านมาผลผลิตและรายได้จากการขายผลไม้ในสวนลดลง เนื่องจากมีแมลงมากัดกินผลไม้ในสวน ลุงวิเชียรจึงหาทางแก้ไขโดยการฉีดยาฆ่าแมลงในสวนผลไม้ทุก ๆ 2 สัปดาห์ จากนั้นผลผลิตก็เริ่มดีขึ้น ลุงขายผลไม้ได้มากและได้ ราคาดี หลายเดือนต่อมา ลุงวิเชียรมีปัญหาด้านสุขภาพ โดยมีอาการหน้ามืด แน่นหน้าอก เวียนศีรษะเป็นประจำ

1. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ (3 คะแนน)

……

……

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน	ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง ชัดเจน หลากหลาย จำนวนมากกว่า 1 ปัญหา
2 คะแนน	ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง ชัดเจน จำนวน 1 ปัญหา
1 คะแนน	ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่ใจความยังไม่ชัดเจน จำนวน 1 ปัญหา
0 คะแนน	ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ไม่ได้ หรือระบุปัญหาที่ไม่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนด

2. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ (3 คะแนน)

……

……

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน	สามารถระบุสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาถูกต้อง ชัดเจน สมเหตุสมผล ได้หลากหลายมากกว่า 1 สาเหตุ
2 คะแนน	สามารถระบุสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาถูกต้อง ชัดเจน สมเหตุสมผล จำนวน 1 สาเหตุ
1 คะแนน	สามารถระบุสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาถูกต้อง แต่ระบุใจความได้ไม่ชัด จำนวน 1 สาเหตุ
0 คะแนน	ไม่สามารถระบุสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้หรือระบุสาเหตุที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา หรือไม่ตอบคำถาม

3. ให้นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาของสถานการณ์นี้ (3 คะแนน)

……

……

……

……

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน	สามารถอธิบายวิธีในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับปัญหา ระบุขั้นตอนชัดเจนและระบุอุปกรณ์ที่ใช้ได้เหมาะสมครบถ้วน
2 คะแนน	สามารถหาวิธีในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับปัญหา แต่ระบุขั้นตอนไม่ชัดเจน คลุมเครือ และระบุอุปกรณ์ที่ใช้ได้ไม่ครบถ้วน
1 คะแนน	สามารถหาวิธีในการแก้ปัญหาได้แต่ยังเป็นวิธีที่เป็นไปได้ยากหรือไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา ระบุขั้นตอนไม่ชัดเจน ไม่ครบถ้วน
0 คะแนน	ไม่สามารถหาวิธีในการแก้ปัญหาและระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ตอบคำถาม

4. หากแก้ไขปัญหาตามวิธีที่นักเรียนเสนอในข้อที่ 3. จะเกิดผลลัพธ์อะไรขึ้นบ้าง (3 คะแนน)

……

……

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน	สามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้จริงจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่นำเสนอไว้ได้ครอบคลุม หลากหลาย มากกว่า 1 ผลลัพธ์
2 คะแนน	สามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้จริงจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่นำเสนอไว้ได้ถูกต้อง 1 ผลลัพธ์
1 คะแนน	สามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้จริงจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่นำเสนอไว้ได้ แต่มีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อย หรือเป็นผลกระทบทางอ้อม
0 คะแนน	ไม่สามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการการแก้ปัญหาที่เลือกได้ หรือคาดการณ์ผลลัพธ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา หรือไม่ตอบคำถาม

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำเครื่องมือการวิจัยไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

5.1 ทำหนังสือราชการขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนวัดอัมพวัน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

5.2 ผู้วิจัยนำส่งจดหมายจากบัณฑิตวิทยาลัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียน และนำส่งหนังสือรับรองยืนยันการพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ หมายเลขรับรอง SWUEC/E/G-219/2564 โดยคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ให้แก่ผู้อำนวยการโรงเรียน

5.3 ผู้วิจัยนำกิจกรรมการทดลองไปดำเนินการด้วยตนเอง โดยก่อนการทดลองได้ชี้แจงรายละเอียดการดำเนินกิจกรรม วัน เวลา ให้กลุ่มตัวอย่างทราบ

5.4 ผู้วิจัยทำการดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยมีการวัดก่อน (pretest) การทดลองโดยใช้เครื่องมือ คือ 1. แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ 2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา 3. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เวลารวม 1 ชั่วโมง 30 นาที

5.5 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ทั้ง 5 แผน โดยใช้เวลา 20 ชั่วโมง

5.6 เมื่อทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้จบทั้ง 20 ชั่วโมง ผู้วิจัยทำการดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างหลังจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการวัดหลังเรียน (posttest) ด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับที่วัดผลก่อนเรียน โดยใช้เครื่องมือ คือ 1. แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ 2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา โดยใช้เวลารวม 1 ชั่วโมง 30 นาที รวมการทดลองทั้งสิ้น 23 ชั่วโมง

5.7 เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

5.8 สรุปผลและอภิปรายผล จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

6.1 สถิติพื้นฐาน

1. ค่าเฉลี่ย (Mean)
2. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
3. ความเบ้ (Kurtosis)
4. ความโด่ง (Skewness)

6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

1. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence: IOC)
2. ค่าความยากง่าย (Difficulty Index: p)
3. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination: r)
4. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร KR-20
5. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha method)

6.3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

การเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม (Multivariate Analysis of Covariance: MANCOVA)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจเกี่ยวกับความหมายในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ตรงกัน ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลการวิเคราะห์ ดังนี้

n	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง
M	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
K	แทน	คะแนนเต็ม
MIN	แทน	คะแนนต่ำสุด
MAX	แทน	คะแนนสูงสุด
Sk	แทน	ค่าความเบ้
Ku	แทน	ค่าความโด่ง
SS	แทน	ผลรวมของกำลังสองของค่าความแตกต่างระหว่างการวิเคราะห์และค่าเฉลี่ยของกลุ่มการวิเคราะห์ (Sum of Square)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลรวมยกกำลังสอง (Mean of Square)
df	แทน	ระดับความอิสระ (degree of freedom)
F	แทน	ค่าการแจกแจงของ F (F-test)
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Sig.)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

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 ส่วนคะแนนหลังเรียนมีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 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 ข้อมูลส่วนใหญ่มีลักษณะเบ้ซ้ายและเตี้ยกว่าโค้งกว่าปกติเล็กน้อย หรืออาจกล่าวได้ว่ามีการแจกแจงแตกต่างจากโค้งปกติเล็กน้อย จึงสามารถวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไปได้ ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าความเบ้และค่าความโด่งของคะแนนการคิดเชิงคำนวณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร	K	MIN	MAX	*M*	SD	Sk	Ku
1. การคิดเชิงคำนวณ							
ก่อนเรียน	48	11	22	15.955	0.594	0.144	-0.701
หลังเรียน	48	30	38	34.000	0.499	-0.288	-0.537
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน							
ก่อนเรียน	20	4	12	7.182	0.472	0.460	-0.767
หลังเรียน	20	13	18	15.864	0.316	-0.410	-1.115
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	48	29	45	37.409	5.243	-0.200	-1.389

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของคะแนนนักเรียนจำนวน 22 คน ที่ได้รับจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากการตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลของตัวแปรตามด้วยสถิติ Shapiro-Wilk โดยใช้คะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน พบว่า คะแนนการคิดเชิงคำนวณมีค่า p-value = .537 (df = 22) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่า p-value = .125 (df = 22) ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าข้อมูลทั้งหมดมีการแจกแจงแบบปกติ เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม

การตรวจสอบความสัมพันธ์ภายในกลุ่มของตัวแปรตามโดยใช้สถิติ Bartlett's test of Sphericity พบว่า คะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันแตกต่างจากเมตริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Bartlett's test of Sphericity = 15.537, df = 2, p= .000) แสดงว่าคะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม

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

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีคะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Wilks' Lambda = 0.384, F = 15.213, df = 2, p = .000) ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามของคะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

Within Subjects Effect	Multivariate test	Value	F	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

ตาราง 6 (ต่อ)

Within Subjects Effect	Multivariate test	Value	F	df	Error df	p-value
time*	Pillai's Trace	.616	15.213*	2.000	19.000	.000
ความสามารถใน	Wilks' Lambda	.384	15.213*	2.000	19.000	.000
การแก้ปัญหา	Hotelling's Trace	1.601	15.213*	2.000	19.000	.000
ทางวิทยาศาสตร์	Roy's Largest Root	1.601	15.213*	2.000	19.000	.000

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 ผลการวิเคราะห์รายตัวแปรตามของคะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละตัวแปรตาม โดยมีตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วมพบว่า เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแล้วนักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 (F = 27.511, df = 1, p-value = .000) เช่นเดียวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = 5.641, df = 1, p-value = .028) ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 7

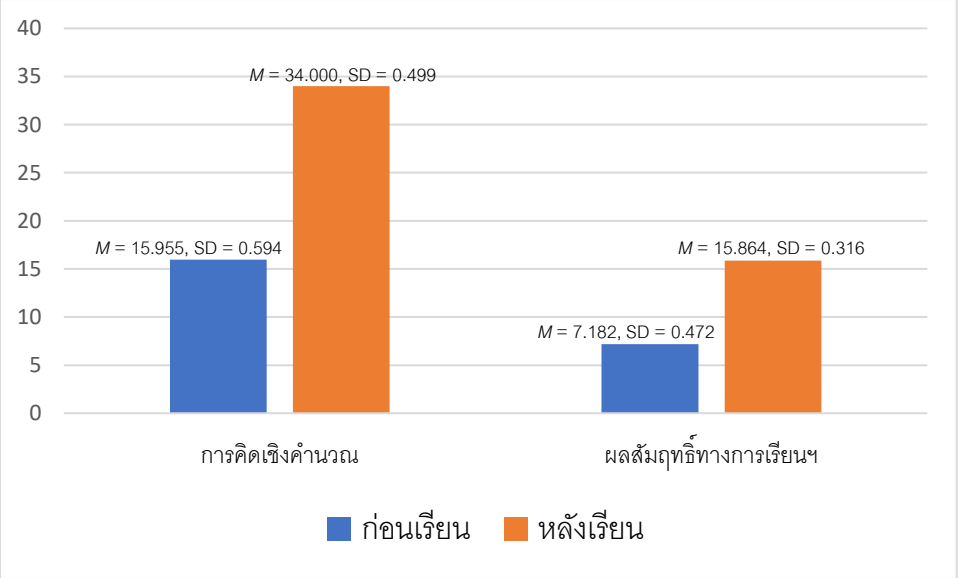
ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์คะแนนรายตัวแปรตามก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

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*ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	การคิดเชิงคำนวณ	32.124	1	32.124	27.511*	.000
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	10.645	1	10.645	5.641*	.028

ตาราง 7 (ต่อ)

Source	Measure	SS	df	MS	F	p-value
Error(time)	การคิดเชิงคำนวณ	23.354	20	1.168		
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	37.742	20	1.887		

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพประกอบ 12 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดอัมพวัน อำเภอพรหมบุรี จังหวัดสิงห์บุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2564 จำนวน 22 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) โดยมีหน่วยการสุ่มคือโรงเรียน ผลการสุ่มได้โรงเรียนวัดอัมพวัน ซึ่งมีนักเรียนที่กำลังชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ทั้งหมด 22 คน ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากการคำนวณจากโปรแกรม G*Power 3.1 โดยกำหนดค่าขนาดอิทธิพลจากงานวิจัยของ สุวิมล สาสังข์ (2562)โดยได้ค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.95 กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05 และระบุอำนาจการทดสอบที่ .95 ได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 16 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มขนาดตัวอย่างอีกร้อยละ 30 เพื่อเป็นการป้องกันอัตราการขาดหายของตัวอย่าง รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 22 คน

เครื่องมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 2) แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา และ 4) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ 1) สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าความเที่ยงตรง, ค่าความยากง่าย, ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความเชื่อมั่น 2) สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน การเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ภายหลังควบคุมตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม (Multivariate Analysis of Covariance; MANCOVA)

สรุปผลการวิจัย

ผลของการศึกษาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามของค่าเฉลี่ยคะแนนในแต่ละตัวแปรตาม โดยมีตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม พบว่า เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแล้ว นักเรียนมีการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 เช่นเดียวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีคะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นไปตามสมมติฐาน โดยก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรร่วมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 15.213$, $df = 2$, $p = .000$) ซึ่งอิทธิพลของตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลไปยังตัวแปรการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นตัวแปรตามในงานวิจัย จึงอาจจะทำให้ผลของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งผลไปยังการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้ผลการวิจัยที่คาดเคลื่อน จึงควรควบคุมอิทธิพลของความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่ง

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gonzalez และคณะซึ่งพบว่าการคิดเชิงคำนวณมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยทางสถิติกับความสามารถในการแก้ปัญหา (r=0.67) (Román-González และคนอื่น ๆ, 2017, น. 678-691) และสอดคล้องกับรัตติกาล จตุพรเทียนชัย และคณะ ที่ศึกษาพบว่าความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาส่งผลต่อการคิดเชิงคำนวณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รัตติกาล จตุพรเทียนชัย, ชลาธิป สมาหิโต, และ อรพรรณ บุตรกตัญญู, 2022)

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีคะแนนการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนนั้น เป็นผลเนื่องมาจากจากการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify problem) นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมโดยเริ่มจากการคิดวิเคราะห์โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมของตนเองเพื่อระบุปัญหาจากเหตุการณ์ที่กำหนดให้ อีกทั้งยังได้ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดกับสมาชิกในกลุ่มของตนเอง จึงถือว่าในขั้นตอนนี้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ขั้นที่ 2 แลกเปลี่ยนและวางแผน (Share and Develop a plan) นักเรียนได้แต่คิดวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาตามสิ่งที่ตนเองรู้ โดยวิเคราะห์จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เคยศึกษา หรือหาความรู้ใหม่จากแหล่งเรียนรู้และทางอินเทอร์เน็ตเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด และได้ร่วมแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหากับเพื่อนในกลุ่ม ในขั้นตอนนี้นักเรียนจึงได้ศึกษาค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตนเองและได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ จึงถือเป็นการช่วยส่งเสริมและพัฒนาความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ขั้นที่ 3 สร้างและทดสอบ (Create and Test) นักเรียนได้ลงมือร่วมกันออกแบบเพื่อสร้างและทดสอบสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น จากนั้นบันทึกผลลัพธ์จากการทดสอบ ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะทดสอบและบันทึกผลที่เกิดขึ้น และนำผลการทดสอบมาปรับปรุงและพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ของตนเอง ถือเป็นการได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 4 นำเสนอและรับฟังข้อเสนอแนะ (Communicate results gather feedback) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานสิ่งประดิษฐ์ของกลุ่มตนเองกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ และทั้งชั้นเรียน นักเรียนจะได้ฝึกการนำเสนอและการคิดวิเคราะห์ในการพูดให้ข้อเสนอแนะกับกลุ่มอื่น ๆ และขั้นที่ 5 ปรับปรุงและทดสอบซ้ำ (Improve and Retest) นักเรียนจะนำข้อเสนอแนะจากกลุ่มอื่น ๆ มาปรับปรุงผลงานของตนเองและทำการทดสอบซ้ำเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด นักเรียนจะได้ฝึกการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากกลุ่มอื่นว่าข้อเสนอแนะใดที่เป็นประโยชน์สามารถนำมาเป็นข้อปรับปรุงได้ จะเห็นได้ว่าในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นมีความสัมพันธ์กับการช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณครบทั้ง 4 ขั้นและยังช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ถือว่าเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และยัง

เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงจากกิจกรรมต่างๆ นักเรียนได้นำความรู้จากประสบการณ์ของตนเองมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา ได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ติดตัวมาก่อนเข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างเป็นขั้นตอน นักเรียนจึงเกิดการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมจะเน้นกระบวนการสืบสอบ (Inquire method) สอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) ที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และไวก๊อตสกี้ (Vygotsky) (ทิศนา แขมมณี, 2553, น. 91-92) มีความเชื่อว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองด้วยการปฏิบัติหรือลงมือทำ มีการจัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับด้วยความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม การที่นักเรียนได้เรียนรู้จริง ลงมือปฏิบัติจริงอย่างต่อเนื่องจะช่วยพัฒนาระดับสติปัญญาและความคิด และพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของนักเรียน เมื่อนักเรียนเรียนรู้เรื่องใหม่จะเกิดการรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่เดิมและเกิดการพัฒนาทางสติปัญญาเกิดขึ้น

นักเรียนมีการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักวางแผนการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนระดมความคิดและช่วยกันตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างเป็นขั้นตอน และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดการเรียนการสอนทั้ง 5 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนนั้นจะเห็นได้ว่าได้ว่ามีความสัมพันธ์ที่ช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณครบทั้ง 4 ขั้น ซึ่งได้แก่ 1. การแยกส่วนย่อยปัญหา (Decomposition) 2. การหารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) 3. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) 4. การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในแต่ละขั้นตอนจึงช่วยทำให้เสริมสร้างและพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Leonard และคนอื่น ๆ (2016) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 124 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบหุ่นยนต์และเกมโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมการสอนทางคอมพิวเตอร์ แสดงให้เห็นว่าการคิดเชิงคำนวณควรส่งเสริมด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้แก้ปัญหาผ่านการออกแบบและสร้างชิ้นงานขึ้นมา และสอดคล้องกับ พิเชฐ ศรีสังข์งาม และ ชัยยศ เดชสุระ (2564, น. 107-114) ที่ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ใช้กระบวนการออกแบบ

เชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นทำให้ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนสูงขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้นี้ท้าทายผู้เรียนด้วยปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ

เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแล้วนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ให้นักเรียนพบเจอกับปัญหาและหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และได้เรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อน ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้ รู้สึกตื่นเต้นและสนุกสนานนักเรียนที่ได้แก้ปัญหา ได้ลองผิดลองถูก และได้สร้างสรรค์ผลงาน การเรียนรู้ในแต่ละขั้นใช้ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่มีอยู่แล้วจากประสบการณ์เดิมที่ได้เรียนมาหรือความรู้ใหม่ที่นักเรียนได้ค้นหาเพิ่มด้วยตนเองจากบทเรียนเพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานออกมา และในกระบวนการยังมีการให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน นักเรียนมีโอกาสเสนอความคิดเห็นและได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการความคิดเห็นของครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Shahali และคนอื่น ๆ (2016, น. 1189-1211) ได้ทดลองนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจำนวน 129 คน พบว่าการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการทำชิ้นงานเพิ่มขึ้นจากระดับปานกลางไประดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนมีความสนใจในเรียนเพิ่มขึ้นจากระดับปานกลางไประดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของน้ำฝน เบ้าทองคำ (2561) ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมพบว่าการนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูต้องคำนึงถึงคือความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานเดิมค่อนข้างน้อยนักเรียนอาจรู้สึกว่ากิจกรรมยาก ไม่มีความสุขในการเรียน และอาจส่งผลให้นักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม ครูอาจแก้ไขโดยการพยายามออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสมีส่วนร่วมให้มากที่สุด และพยายามสังเกตอยู่ตลอดว่ามีนักเรียนที่เกิดปัญหานี้ขึ้นหรือไม่

2. นักเรียนที่ไม่เคยผ่านการเรียนรู้และทำกิจกรรมตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอาจรู้สึกไม่คุ้นเคยกับการเรียนรู้ในแต่ละขั้นทำให้ไม่เข้าใจเป้าหมายของการทำกิจกรรมและทำผลงานออกมาได้ไม่ดี ในช่วงแรกของการเรียนครูควรแนะแนวทางให้นักเรียนรู้สึกคุ้นเคยและเข้าใจการทำกิจกรรมในแต่ละขั้น แล้วจึงค่อยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง

3. ครูอาจปรับกิจกรรมให้นักเรียนเป็นผู้ได้เลือกประเด็นปัญหาในการทำกิจกรรมด้วยตนเองตามความสนใจของแต่ละกลุ่ม แต่นักเรียนอาจเลือกปัญหาที่ใหญ่ ยุ่งยากและมีความซับซ้อนเกินไป ครูอาจช่วยให้คำแนะนำเพื่อให้นักเรียนได้ประเด็นปัญหาที่เหมาะสมยิ่งขึ้น การที่นักเรียนได้เลือกประเด็นปัญหาเองจะทำให้นักเรียนรู้สึกท้าทายและมีความสุขในการเรียนมากขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จึงควรมีการศึกษาผลของการใช้การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศกรรมกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน

2. ควรมีการศึกษาและพัฒนาการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ปรับขั้นตอนในกระบวนการแต่ละขั้นให้เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีระดับและทักษะการคิดเชิงคำนวณแตกต่างกัน

บรรณานุกรม

Barefoot, C. A. S. (2014). Computational thinking. Retrieved from https://barefootcas.org.uk/wpcontent/uploads/2014/10/Computational-thinking-Barefoot-Computing.pdf

bebrasthailand. (2562). แบบทดสอบ Bebras Open House 2019. Retrieved from https://practice.bebrasthailand.org/course/view.php?id=6#section-1

Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., และ Barone, D. (2017). *Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school.* Paper presented at the Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education.

Bruner, J. S. (1957). Going beyond the information given. *Contemporary approaches to cognition, 1*(1), 119-160.

Capobianco, B. M., Nyquist, C., และ Tyrie, N. (2013). Shedding Light on Engineering Design. *Science and Children, 50*(5), 58.

code.org. (2019). CS Fundamentals Unplugged. https://code.org/curriculum/unplugged

Cunningham, C. M., และ Kelly, G. J. (2017). Epistemic practices of engineering for education. *Science Education, 101*(3), 486-505.

Durak, H. Y., และ Saritepeci, M. (2017). Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model. *Education*.

Gagne, R. M. (1970). Learning Theory, Educational Media, and Individualized Instruction.

Good, C. V., และ Merkel, W. R. (1973). *Dictionary of education*: McGraw-Hill.

Guilford, J. P. (1971). Some misconceptions regarding measurement of creative talents. *The Journal of Creative Behavior*.

Klegeris, A., Bahniwal, M., และ Hurren, H. (2013). Improvement in generic problem-solving abilities of students by use of tutor-less problem-based learning in a large classroom setting. *CBE—Life Sciences Education, 12*(1), 73-79.

Leonard, J., Buss, A., Gamboa, R., Mitchell, M., Fashola, O. S., Hubert, T., และ Almughyirah, 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.

Lyn D English, และ Donna T King. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students' investigations in aerospace. *International journal of stem education, 2*(1), 1-18.

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

Román-González, M., Pérez-González, J.-C., และ Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior, 72*, 678-691.

Sadik, O., Leftwich, A.-O., และ Nadiruzzaman, H. (2017). Computational thinking conceptions and misconceptions: Progression of preservice teacher thinking during computer science lesson planning *Emerging research, practice, and policy on computational thinking* (221-238): Springer.

Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., และ 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.

Wong, K. W. G., Ching, C. C., Mark, K. P., Tang, J., Lei, C., Cheung, H. Y., และ Chui, H. L. (2015). Impact of computational thinking through coding in K-12 education: A pilot study in Hong Kong. *General Studies, 85*(88.01), 2-08.

กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ. (2557). กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมคืออะไร? *https://library. ipst. ac. th/handle/ipst/336, 42*(190).

จารุวรรณ นาคคูบัว. (2552). การศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3* สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต *1* (ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ชยการ คีรีรัตน์. (2561). การใช้กระบวนการแก้ปัญหาและโปรแกรม App Inventor พัฒนาทักษะการ

คิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา. *Journal of Education Studies, 47*(2), 31-47.

ชวาล แพรัตกุล. (2552). เทคนิคการวัดผล (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ณัฐวุฒิ อรุณรัตน์. (2561). ผลการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (ครุศาสตร์).

ดวงพร สมจันทร์ตา. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช. (ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (คณะวิทยาศาสตร์).

ทิศนา แขมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นฤพจน์ พุธวัฒนะ. (2561, กรกฎาคม-ธันวาคม). การออกแบบเชิงวิศวกรรมและเทคโนโลยีเลียนแบบธรรมชาติในสะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาษาสตร์ มสธ., *11*(2), 31-42.

นันท์นภัส ลิ้มสันติธรรม. (2561). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ *STEMgm* เพื่อส่งเสริมกรอบแนวคิดเติบโตและความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. ปริญญานิพนธ์ (กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2561. http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/215/1/gs571120039.pdf

น้ำฝน เบ้าทองคำ, และ กฤษณา ปิ่นทอง. (2561). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายกรดและเบสโดยใช้การจัดการรู้เรียนแบบบูรณาการเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารครุพิบูล, *6*(2), 219-230.

นิพัทธา ชัยกิจ. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *1* โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปริญญานิพนธ์ (กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2551.

บัญญพนต์ พูลสวัสดิ์, และ พนมพร ดอกประโคน. (2559). Visual Programming and Computational Thinking Game. *Journal of Information Science and Technology,*

6(2), 9-16.

พิชญ์ อำนวยพร. (2561). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ประเภทเกมโดยใช้กลยุทธ์เกมมิฟิเคชันเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิชาการศึกษาศาสตร์, *20*(2).

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2556). หลักการวัดและประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟเคอร์มีส.

พิเชฐ ศรีสังข์งาม, และ ชัยยศ เดชสุระ. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารวิจัยราชภัฏกรุงเก่า, *18*(2), 107-114.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พ. 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.

ภาสกร เรืองรอง, แก้วอุไร, ร., ศศิธร นาม่วงอ่อน, อพัชชา ช้างขวัญยืน, และ ศุภสิทธิ์ เต็งคิว. (2561). Computational Thinking กับการศึกษาไทย. *Panyapiwat Journal, 10*(3), 322-330.

มนัส ชวดดา. (2560). การศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3* เรื่อง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านสะเต็มศึกษา (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา. (สาขาวิชาเคมีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์).

มุสตากีม อาแว, ญาสุมิน วรกิจจานนท์, ปิยพร ศักดิ์ภิรมย์, และ พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2562). การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของเทคโนโลยีในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม. *Journal of Education Studies, 47*(3), 309-327.

รัตติกาล จตุพรเทียนชัย, ชลาธิป สมาหิโต, และ อรพรรณ บุตรกตัญญู. (2022). ผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณที่มีต่อความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับปฐมวัย. วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย, *6*(2), 366-380.

วรรณภา ชื่นนอก. (2554, 26 สิงหาคม 2554). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *1*. Paper presented at the การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มสธ.

วรรณา รุ่งลักษมีศรี. (2551). ผลของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสาธิต. (ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (ครุศาสตร์).

ศิรัฐ อิ่มแช่ม, และ ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2563). ผลของการใช้แชทบอทที่มีการช่วยเสริมศักยภาพการเรียนรู้ออนไลน์ที่มีต่อการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีบุคลิกภาพที่แตกต่างกัน. *STOU Education Journal, 13*(1), 45-57.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม = *Classical test theory*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2564). สืบค้นจาก https://catalog.niets.or.th/dataset/it-16-28

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูนิเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา. In. สืบค้นจาก https://www.scimath.org/ebook-technology/item/8376-2560-2551

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). ร่วมปฏิบัติรูปการเรียนรู้กับครูต้นแบบ การปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอนแบบการเรียนแบบร่วมมือตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์, และ ธิติยา บงกชเพชร. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4*. (ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. (คณะศึกษาศาสตร์).

สุดารัตน์ ธีรพิสิฐ. (2021). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่องวงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า. *Journal of MCU Nakhondhat, 8*(8), 325-337.

สุธิดา การีมี. (2565). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา. จาก https://www.scimath.org/article-science/item/12485-1-2

สุธิดา วันสุดล. (2561). ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *1*. ปริญญานิพนธ์ (กศ.ม. (วิทยาศาสตรศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2561. http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/463/1/gs571130411.pdf

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์. (2559). ถอดรหัสการสอนสะเต็ม. สงขลา: นำศิลป์โฆษณา จำกัด.

สุนันท์ ศลโกสุม. (2545). การวัดผลการศึกษา.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2540). การเสริมสร้างศักยภาพนักเรียนกรุงเทพมหานครด้านวิทยาศาสตร์และมิติสัมพันธ์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุวิมล สาสังข์. (2562). ผลการจั กิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนประถมศึกษา. (ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (ครุศาสตร์).

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, *19*, 15-18.

อาทิตย์ ฉิมกุล. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. *Online Journal of Education, 12*(1), 324-342.

อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล. (2561). การวิจัยทางการศึกษา : แนวคิดและการประยุกต์ใช้. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล	อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตา ตุลย์เมธาการ	อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก	อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.รุ่งนภา สังสะอาด	ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี
นายธิติวัฒน์ ทองคำ	ครู โรงเรียนบ้านแหลม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบุรี เขต 1

ภาคผนวก ข

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) ของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1.1	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
1.2	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
1.3	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
1.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
2.1	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
2.2	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
2.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
3.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
3.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
3.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
3.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
4.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
4.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
4.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
4.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก

จากตาราง 8 พบว่า จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) ของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณจำนวน 16 ข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1.1	0.773	0.778	ใช้ได้
1.2	0.707	0.754	ใช้ได้
1.3	0.667	0.884	ใช้ได้
1.4	0.653	0.859	ใช้ได้
2.1	0.760	0.570	ใช้ได้
2.2	0.667	0.717	ใช้ได้
2.3	0.693	0.797	ใช้ได้
2.4	0.627	0.757	ใช้ได้
3.1	0.760	0.845	ใช้ได้
3.2	0.627	0.778	ใช้ได้
3.3	0.653	0.865	ใช้ได้
3.4	0.640	0.851	ใช้ได้
4.1	0.720	0.812	ใช้ได้
4.2	0.600	0.841	ใช้ได้
4.3	0.667	0.700	ใช้ได้
4.4	0.667	0.828	ใช้ได้

ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Reliability) โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.960

จากตาราง 9 พบว่า เมื่อนำแบบวัดไปทดลองใช้และนำมาวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อ จำนวน 16 ข้อ แบบวัดการคิดเชิงคำนวณมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.600 – 0.773 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.570 – 0.884 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.960

ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	คัดเลือก
5	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
7	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
12	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
13	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
14	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
15	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
16	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
17	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
19	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
20	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	คัดเลือก

จากตาราง 10 พบว่า จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.600	0.612	ใช้ได้
2	0.560	0.500	ใช้ได้
3	0.440	0.320	ใช้ได้
4	0.520	0.540	ใช้ได้
5	0.600	0.711	ใช้ได้
6	0.480	0.340	ใช้ได้
7	0.720	0.304	ใช้ได้
8	0.560	0.566	ใช้ได้
9	0.480	0.209	ใช้ได้
10	0.560	0.631	ใช้ได้
11	0.480	0.698	ใช้ได้
12	0.600	0.362	ใช้ได้
13	0.520	0.540	ใช้ได้
14	0.600	0.528	ใช้ได้
15	0.480	0.323	ใช้ได้
16	0.480	0.470	ใช้ได้
17	0.440	0.665	ใช้ได้
18	0.560	0.467	ใช้ได้
19	0.440	0.714	ใช้ได้
20	0.560	0.434	ใช้ได้

ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Reliability) โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน เท่ากับ 0.840

จากตาราง 11 พบว่า เมื่อนำแบบทดสอบไปทดลองใช้และนำมาวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อจำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.440 – 0.720 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.209 – 0.714 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.840

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
1.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
1.3	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	คัดเลือก
1.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
2.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
2.3	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	คัดเลือก
2.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
3.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
3.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
3.3	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	คัดเลือก
3.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
4.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	คัดเลือก
4.2	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก
4.3	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	คัดเลือก
4.4	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	คัดเลือก

จากตาราง 12 พบว่า จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 16 ข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1.1	0.747	0.551	ใช้ได้
1.2	0.747	0.926	ใช้ได้
1.3	0.667	0.935	ใช้ได้
1.4	0.667	0.908	ใช้ได้
2.1	0.707	0.756	ใช้ได้
2.2	0.747	0.915	ใช้ได้
2.3	0.667	0.928	ใช้ได้
2.4	0.667	0.860	ใช้ได้
3.1	0.747	0.772	ใช้ได้
3.2	0.747	0.806	ใช้ได้
3.3	0.600	0.709	ใช้ได้
3.4	0.640	0.865	ใช้ได้
4.1	0.733	0.673	ใช้ได้
4.2	0.707	0.947	ใช้ได้
4.3	0.587	0.769	ใช้ได้
4.4	0.587	0.778	ใช้ได้

ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Reliability) โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.967

จากตาราง 13 พบว่า เมื่อนำแบบวัดไปทดลองใช้และนำมาวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อ จำนวน 16 ข้อ แบบวัดการคิดเชิงคำนวณมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.587 – 0.747 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.551 – 0.947 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.967

ตาราง 14 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้				
		แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	แผน 5
1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและสัมพันธ์กัน	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.57 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$ =4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)
2	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดมีความชัดเจน ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติ	$\bar{X}$ =4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.57 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)
3	กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	$\bar{X}$=4.00 S.D.=0.00 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=0.00 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=0.00 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=0.00 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=0.00 (มาก)
4	กำหนดสาระสำคัญได้สอดคล้องและครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.57 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)
5	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.57 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)
6	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	$\bar{X}$=4.67 S.D.= 0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=1.00 (มาก)	$\bar{X}$=4.67 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=1.00 (มาก)
7	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	$\bar{X}$=4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=1.00 (มาก)	$\bar{X}$=4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$ =4.33 S.D.=1.15 (มาก)
8	กิจกรรมการเรียนรู้อ่านแล้วเข้าใจง่าย สามารถปฏิบัติตามได้	$\bar{X}$=4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=1.16 (มาก)	$\bar{X}$=4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=1.15 (มาก)
9	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	$\bar{X}$=4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=1.16 (มาก)	$\bar{X}$=4.67 S.D.= 0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.67 S.D.= 0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=1.15 (มาก)

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้				
		แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	แผน 5
10	กิจกรรมการเรียนรู้พัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนครบทั้ง 4 ขั้น	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=1.00 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=1.00 (มาก)
11	กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	$\bar{X}$=5.00 S.D.=0.00 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.67 S.D.= 0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.67 S.D.= 0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)
12	กิจกรรมการเรียนรู้มีการเรียงลำดับขั้นตอนเหมาะสม	$\bar{X}$=4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=1.16 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$ =4.00 S.D.=1.00 (มาก)
13	กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนกำหนดเวลาได้เหมาะสม	$\bar{X}$ =4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$ =4.00 S.D.=1.00 (มาก)	$\bar{X}$ =4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$ =4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$ =4.00 S.D.=1.00 (มาก)
14	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่น	$\bar{X}$=5.00 S.D.=0.00 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=5.00 S.D.=0.00 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=5.00 S.D.=0.00 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)
15	วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$ =4.67 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$ =4.67 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$ =4.33 S.D.=0.58 (มาก)
16	วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลาย	$\bar{X}$ =4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$ =4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$ =4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$ =4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$ =4.33 S.D.=0.58 (มาก)
17	การกำหนดชิ้นงาน /ภาระงาน ใบบันทึกกิจกรรม มีความเหมาะสม	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)
18	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=1.00 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.= 0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=1.00 (มาก)
19	มีการออกแบบการวัดประเมินที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	$\bar{X}$ =4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=1.00 (มาก)	$\bar{X}$=4.67 S.D.=0.58 (มากที่สุด)	$\bar{X}$=4.33 S.D.=0.58 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=1.00 (มาก)
20	การวัดและประเมินผลใช้วิธีการและเครื่องมือได้เหมาะสม	$\bar{X}$ =4.00 S.D.= 0.00 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=0.00 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=0.00 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=0.00 (มาก)	$\bar{X}$=4.00 S.D.=0.00 (มาก)

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้				
		แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	แผน 5
	รวม	$\bar{X}$ =4.47	$\bar{X}$=4.25	$\bar{X}$=4.47	$\bar{X}$=4.40	$\bar{X}$=4.22
		S.D.= 0.27	S.D.=0.26	S.D.=0.25	S.D.=0.21	S.D.=0.20

จากตาราง 14 ผลการประเมินคุณภาพแผนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าจากการประเมินทั้งหมด 20 ประเด็น ผลการประเมินคุณภาพแผนการสอนทั้ง 5 แผนที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ตั้งแต่ 4.22 – 4.47 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ตั้งแต่ 0.20 – 0.27

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ชื่อวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **กลุ่มสาระเรียนรู้** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 **ภาคเรียนที่** 2/2564
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา
เรื่อง เครื่องคัดแยกขนาดไข่ **เวลา** 4 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.2 ป.6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

2. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด

เหตุผลเชิงตรรกะกับการแก้ปัญหา เป็นการนำหลักการ กฎเกณฑ์ หรือเงื่อนไขที่ครอบคลุมทุกกรณีมาใช้เพื่อตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือพิจารณาความเป็นไปได้ของการมุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหา การแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาสามารถทำได้โดยเขียนรหัสจำลองหรือเขียนผังงาน เพื่อใช้ออกแบบหรือวางแผนขั้นตอนการทำงาน ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจขั้นตอนและเห็นภาพการทำงานที่ชัดเจนขึ้นและสามารถตรวจสอบย้อนกลับเมื่อเกิดข้อผิดพลาดในการทำงานได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถใช้เหตุผลเชิงตรรกะมาใช้ในการพิจารณาแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถออกแบบการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้โดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ
2. นักเรียนสามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ
3. นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดในการทำงานโดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงานสร้างเครื่องคัดแยกขนาดไข่จนสำเร็จ

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิด
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ใช้การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รูปแบบการสอน SLED โมเดล (The Science Learning through Engineering Design: SLED) ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอน SLED โมเดล	การจัดการเรียนรู้
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify problem) (10 นาที)	<u>*บทบาทครู*</u> 1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนคละตามความสามารถ กลุ่มละ 5 คน แจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เครื่องคัดแยกขนาดไข่ กลุ่มละ 1 ชุด 2. ครูแจกสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยให้นักเรียนศึกษาร่วมกันจากบทความสถานการณ์ เนื้อหาบทความมีใจความโดยสรุป ดังนี้ “...เจ้าของฟาร์มไก่รายหนึ่ง มีฟาร์มเลี้ยงไก่ขนาดกลาง โดยแต่ละวันจะได้ไข่ไก่ประมาณ 5,000 ใบ ทุก ๆ เช้าจะให้ลูกจ้างในฟาร์มมาเก็บไข่ไก่ เพื่อนำไปขายในตลาด แต่ก่อนจะนำไข่ไก่ไปขายได้นั้นจะต้องผ่านวิธีการหลายขั้นตอน ตั้งแต่การเก็บไข่ ล้างทำความสะอาด แยกขนาดไข่ และนำบรรจุลงแผงไข่เพื่อขนส่งไปขาย ซึ่งขั้นตอนที่ยากและใช้เวลานานคือ การแยกขนาดไข่ เพราะไข่ที่ขายกันอยู่ตามท้องตลาดแต่ละขนาดจะมีราคาไม่เท่ากันโดยวัดราคาขายกันตามขนาดไล่จากไข่ใหญ่ไปไข่เล็ก มีตั้งแต่เบอร์ 0, 1, 2, หรือเล็กกว่านั้น คนงานจึงต้องคัดแยกไข่ตามขนาด ซึ่งต้องใช้ความชำนาญทำให้มีบางครั้งที่คนงานคัดขนาดผิดมาตรฐาน และกว่าจะทำได้เสร็จต้องใช้เวลานาน เมื่อนำไข่ไปขายที่ตลาดทำให้ไข่ไม่สดใหม่ ทำให้ขายได้ราคาต่ำลง หากจะซื้อเครื่องคัดขนาดไข่ก็มีราคาแพงเกินไปต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การซ่อมบำรุงยุ่งยาก เนื่องจากเป็นฟาร์มไก่ขนาดกลางจึงไม่มีต้นทุนพอ หากนักเรียนเป็นเจ้าของฟาร์มไก่นี้จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร...” 3. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดแล้ว ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตั้งคำถามและระบุปัญหา โดยใช้คำถามที่กระตุ้นการคิด เช่น “นักเรียนศึกษาบทความแล้วพบว่าเป็นบทความเกี่ยวกับอะไร” “เมื่ออ่านบทความแล้วนักเรียนพบเจอกับปัญหาอะไรหรือไม่” “นักเรียนพบเจอปัญหาทั้งหมดกี่ปัญหา อะไรบ้าง” <u>*บทบาทนักเรียน*</u> 1. นักเรียนรับบทความสถานการณ์ปัญหาจากครูแล้วสมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันศึกษาปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา และระดมความคิดช่วยกันระบุปัญหาหลักและปัญหาย่อย

ขั้นตอน SLED โมเดล	การจัดการเรียนรู้
	2. เมื่อสมาชิกในกลุ่มได้ข้อสรุป สามารถระบุปัญหาหลักและปัญหาย่อยได้ครบถ้วนแล้ว นักเรียนบันทึกลงในใบกิจกรรมของกลุ่มตนเอง
ขั้นที่ 2 แลกเปลี่ยนและวางแผน (Share and Develop a plan) (20 นาที)	*<u>บทบาทครู</u>* 1. เมื่อนักเรียนระบุปัญหาหลักได้แล้ว ครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและเป็นไปได้ 2. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ค้นหาข้อมูลในอินเทอร์เน็ต เช่น คอมพิวเตอร์หรือแท็ปเล็ต *<u>บทบาทนักเรียน</u>* 1. เมื่อระบุปัญหาหลักได้แล้ว สมาชิกในกลุ่มร่วมกันหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยสมาชิกแต่ละคนเสนอแนวทางตามสิ่งที่ตนเองรู้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองเคยศึกษา หรือจะหาแนวทางจากการค้นคว้าในอินเทอร์เน็ตจากอุปกรณ์ที่ครูจัดเตรียมไว้ 2. สมาชิกทุกคนในกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาภายในกลุ่ม และตกลงร่วมกันว่าจะใช้แนวทางใดหรือสร้างเครื่องมือใดเพื่อแก้ปัญหา และวางแผนรายละเอียดการสร้างเครื่องมืออย่างคร่าว ๆ 3. บันทึกแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้จากการระดมความคิดลงในใบกิจกรรม
ขั้นที่ 3 สร้างและทดสอบ (Create and Test) (2 ชั่วโมง)	**<u>30 นาทีแรก</u>** (สร้างแผนผัง โมเดล หรืออัลกอริทึม) *<u>บทบาทครู</u>* 1. แจกกระดาษปรู๊ฟขนาดใหญ่ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น เพื่อให้นักเรียนเขียนแผนผัง โมเดล หรืออัลกอลิทึมการสร้างเครื่องคัดแยกขนาดไข่เพื่อแก้ไขปัญหา 2. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้แผนผัง โมเดล หรืออัลกอริทึมการสร้างเครื่องคัดแยกขนาดไข่ ของกลุ่มตนเองแล้ว ให้นักเรียนนำแผนผังนั้นมาร่วมพูดคุยกับครู เพื่อให้ครูทราบว่านักเรียนต้องการจะสร้างเครื่องมือแก้ปัญหาเป็นรูปแบบใด และมีวิธีการทดสอบอย่างไร นักเรียนต้องการวัสดุหรืออุปกรณ์อะไรบ้างเพื่อใช้ในสร้างและทดสอบเครื่องมือ 3. ครูจัดเตรียมวัสดุที่นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องการ เพื่อนำมาให้นักเรียนสร้างและทดสอบในคาบถัดไป *<u>บทบาทนักเรียน</u>* 1. สมาชิกทุกคนร่วมกันออกแบบและสร้างแผนผัง โมเดล หรืออัลกอริทึมการสร้างเครื่องคัดแยกขนาดไข่ที่แสดงแนวทางการแก้ปัญหาตามที่ได้คิดไว้ โดยแสดงให้เห็นขั้นตอนอย่างชัดเจนตั้งแต่ต้นจนจบ (บอกวิธีการสร้างเครื่องมือและการทดสอบอย่างชัดเจน) 2. บันทึกแผนผัง โมเดล หรืออัลกอริทึมลงในใบกิจกรรม

ขั้นตอน SLED โมเดล	การจัดการเรียนรู้
	<u>1 ชั่วโมง 30 นาที</u> (สร้างและทดสอบเครื่องมือ) <u>*บทบาทครู*</u> 1. ครูคอยควบคุมและช่วยเหลือนักเรียนในการสร้างเครื่องคัดแยกขนาดไข่และดูแลการทดสอบเครื่องมือของนักเรียนแต่ละกลุ่ม <u>*บทบาทนักเรียน*</u> 1. นักเรียนสมาชิกในกลุ่มร่วมกันสร้างเครื่องคัดแยกขนาดไข่ตามแผนผัง โมเดล หรืออัลกอริทึมที่วางแผนไว้ 2. เมื่อสร้างเครื่องมือเสร็จ นำเครื่องมือไปทดสอบตามที่วางแผนไว้และบันทึกผลลัพธ์จากการทดสอบ จดบันทึกผลการทดลองว่าเป็นอย่างไร และมีจุดผิดพลาดเกิดขึ้นตรงไหนบ้าง จากนั้นลงมือช่วยกันแก้ไขจุดผิดพลาดนั้นและทดสอบจนกว่าผลการทดสอบจะเป็นที่พอใจของสมาชิกในกลุ่ม 3. บันทึกแผนผัง โมเดล หรืออัลกอริทึมการสร้างเครื่องคัดแยกขนาดไข่ ตั้งแต่เริ่มสร้างเครื่องมือ ทดสอบ ปัญหาที่เกิดขึ้น การแก้ปัญหา จนสร้างเป็นเครื่องมือสำเร็จ (หากในขั้นตอนสร้างและทดสอบเครื่องมือไม่พบปัญหาให้นำเสนอแผนผังตามแบบเดิมที่บันทึกไว้ในใบงาน แต่ถ้าในขั้นตอนสร้างและทดสอบเครื่องมือพบปัญหาไม่สามารถทำตามขั้นตอนที่วางไว้ได้ให้ร่วมกันแก้ไขและปรับปรุงแผนผังฉบับใหม่) ลงในกระดาษปรู๊ฟแผ่นใหญ่เพื่อใช้นำเสนอหน้าชั้นเรียน
ขั้นที่ 4 นำเสนอและรับฟังข้อเสนอแนะ (Communicate results gather feedback) (45 นาที)	<u>*บทบาทครู*</u> 1. รับฟังนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลลัพธ์ของการออกแบบสร้างเครื่องคัดแยกขนาดไข่เพื่อใช้แก้ปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมเสนอความคิดเห็นอย่างอิสระ 2. ให้แนวทางเสนอแนะและวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้เครื่องมือที่สร้างขึ้นมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น <u>*บทบาทนักเรียน*</u> 1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอแผนผัง โมเดล อัลกอริทึม และผลลัพธ์ของการออกแบบการสร้างเครื่องคัดแยกขนาดไข่ของกลุ่มตนเอง 2. เมื่อนำเสนอเสร็จแล้วให้รับฟังข้อเสนอแนะของกลุ่มอื่น ๆ ในชั้นเรียน และข้อคิดเห็นจากครู 3. สำหรับกลุ่มที่เป็นฝ่ายฟังการนำเสนอ ให้ร่วมแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ เพื่อให้กลุ่มที่เสนองานนำไปปรับปรุงแก้ไข
ขั้นที่ 5 ปรับปรุงและทดสอบซ้ำ (Improve and Retest)	<u>*บทบาทครู*</u> 1. ครูคอยควบคุมและช่วยเหลือนักเรียนในการปรับปรุงเครื่องคัดแยกขนาดไข่ของกลุ่มตนเอง และดูแลการทดสอบเครื่องมือของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ขั้นตอน SLED โมเดล	การจัดการเรียนรู้
(45 นาที)	<u>*บทบาทนักเรียน*</u> 1. นักเรียนแต่กลุ่มนำข้อเสนอแนะจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียนมาปรับปรุงเครื่องมือของตนเองหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง 2. ทดสอบซ้ำเพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด 3. บันทึกผลการแก้ไขและปรับปรุงลงในใบกิจกรรม

7. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบงาน เรื่อง เครื่องคัดแยกขนาดไข่
2. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าข้อมูล เช่น คอมพิวเตอร์ แท็ปเล็ต
3. ไข่ไก่ขนาดต่าง ๆ 4-5 เบอร์
4. อุปกรณ์ที่ใช้สร้างและทดสอบเครื่องมือตามที่นักเรียนต้องการ (เช่น โฟม กาว ไม้ กรรไกร เชือก ฯ)
5. กระดาษปรู๊ฟ

8. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K) 1. นักเรียนสามารถใช้เหตุผลเชิงตรรกะมาใช้ในการพิจารณาแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน	ตรวจใบงาน เรื่อง เครื่องคัดแยกขนาดไข่	ใบงาน เรื่อง เครื่องคัดแยกขนาดไข่	ได้คะแนนรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) 1. นักเรียนสามารถออกแบบการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้โดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ 2. นักเรียนสามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ 3. นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดในการทำงานโดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ	ตรวจใบงาน เรื่อง เครื่องคัดแยกขนาดไข่	ใบงาน เรื่อง เครื่องคัดแยกขนาดไข่	ได้คะแนนรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A) 1. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงานสร้างเครื่องคัดแยกขนาดไข่จนสำเร็จ	สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	ผ่านเกณฑ์การประเมินตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป

9. บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. บรรยากาศระหว่างการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ผลการเรียนของผู้เรียน

.....

.....

.....

3. ปัญหา/ข้อเสนอแนะในการใช้แผนจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

4. พฤติกรรมการสอนของครูผู้สอนที่ค้นพบและโอกาสในการพัฒนาตนเอง

.....

.....

.....

5. ปัญหาและแนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวเพียงขวัญ แก้วเรือง)

ใบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง เครื่องคัดแยกขนาดไข่

สมาชิกกลุ่ม

1. ชื่อ .....ชั้น ..... เลขที่ .....
2. ชื่อ .....ชั้น ..... เลขที่ .....
3. ชื่อ .....ชั้น ..... เลขที่ .....
4. ชื่อ .....ชั้น ..... เลขที่ .....
5. ชื่อ .....ชั้น ..... เลขที่ .....

---

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนพบปัญหาอะไรบ้าง (บอกเป็นข้อโดยแยกเป็นปัญหาหลักและปัญหาย่อย)

.....
.....
.....
.....
.....

2. ให้นักเรียนระบุว่าปัญหาที่พบทั้งหมดปัญหาใดที่เป็นปัญหาสำคัญที่สุดที่ควรพิจารณาเป็นอันดับแรก พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....
.....
.....

3. เมื่อนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าแนวทางการแก้ปัญหาและระดมความคิดกับสมาชิกในกลุ่มแล้ว แนวทางการแก้ปัญหาที่ได้จากการระดมความคิดต้องทำอย่างไร (บอกแนวทางอย่างคร่าว ๆ)

.....
.....
.....
.....
.....

5. ให้นักเรียนออกแบบผังงานการแก้ไขปัญหาหรือการสร้างและทดสอบเครื่องมือแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์กำหนดให้ (อาจแสดงเป็นแผนผัง โมเดล หรืออัลกอริทึม)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. เมื่อนักเรียนได้ทดสอบเครื่องมือที่สร้างตามแผนผัง โมเดล หรืออัลกอริทึมแล้ว พบปัญหาตรงจุดไหนบ้างหรือไม่ หากพบปัญหานักเรียนได้ทำการแก้ไขอย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

7. เมื่อนักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียนแล้ว ได้รับข้อเสนอแนะจากครูและเพื่อนกลุ่มอื่นอย่างไรบ้าง และนำข้อเสนอไปปรับปรุงแก้ไขอย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณฉบับนี้ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที

2. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบอัตนัย โดยจะกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนศึกษา ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ก่อนแล้วจึงเขียนคำตอบลงในที่ว่างที่เว้นไว้ในแต่ละข้อ

1. จงพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

ทามเป็นเด็กผู้ชาย อายุ 15 ปี มีน้องสาวคือไทน์ อายุ 8 ปี วันนี้เป็นวันเสาร์พ่อและแม่ต้องไปต่างจังหวัดเพราะมีธุระสำคัญ จึงได้ฝากทามให้ดูแลน้อง พอถึงเวลาเที่ยงทามจึงจะออกไปร้านขายอาหารตามสั่งเพื่อซื้ออาหารให้ตนเองและน้องรับประทานในมื้อกลางวัน แต่ไทน์ได้ขอร้องให้ทามซื้อไอศกรีมแท่งรสสตรอเบอร์รี่ซึ่งเป็นของโปรดของเธอมาให้ด้วย ทามจึงรับปากและปั่นจักรยานออกไปซื้ออาหาร ซึ่งหลังจากซื้อข้าวเสร็จแล้วทามจึงได้แวะร้านขายขนมที่มีไอศกรีมที่ไทน์ฝากซื้อ ป้าเจ้าของร้านได้นำไอศกรีมใส่ถุงพลาสติก ทามจึงรับมาและนำถุงนั้นห้อยที่จักรยานแล้วปั่นกลับบ้าน เมื่อเห็นทามกลับถึงบ้านไทน์จึงวิ่งออกมาหาด้วยความดีใจ ทามจึงยื่นไอศกรีมให้ไทน์ แต่เมื่อไทน์รับมาแล้วกลับพบว่าไอศกรีมละลายหมดแล้ว ไทน์จึงเสียใจมากและรู้สึกโกรธทาม

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องอะไร

.....

.....

2. จากข้อที่ 1 ให้นักเรียนแยกปัญหาดังกล่าวออกเป็นปัญหาย่อย โดยบอกเป็นข้อให้ชัดเจน (การแยกส่วนย่อยปัญหา)

.....

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนจัดกลุ่มปัญหาย่อยที่ระบุไว้ในข้อที่ 2 ว่าปัญหาใดที่เหมือนกัน คล้ายคลึงกัน หรือจัดอยู่ในรูปแบบเดียวกันได้บ้าง (การหารูปแบบของปัญหา)

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนระบุว่าปัญหาย่อยที่สำคัญและไม่สำคัญมีอะไรบ้าง และปัญหาใดที่เป็นปัญหาสำคัญที่สุดที่ควรพิจารณาเป็นอันดับแรก พร้อมให้เหตุผลประกอบ (การคิดเชิงนามธรรม)

ปัญหาย่อยที่สำคัญ	ปัญหาย่อยที่ไม่สำคัญ

ปัญหาสำคัญที่สุดที่ควรพิจารณาเป็นอันดับแรกคืออะไร พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

5. ให้นักเรียนออกแบบผังงานเป็นอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์กำหนดให้ (การออกแบบขั้นตอนวิธี)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)
เรื่อง การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

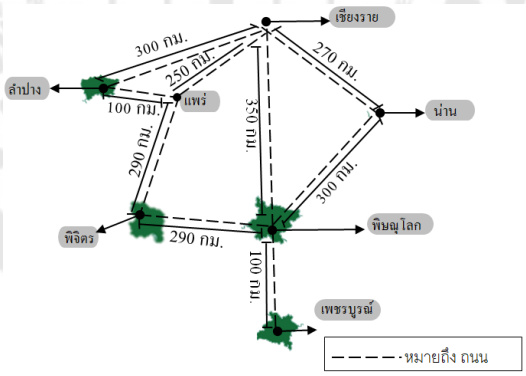
<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับนี้ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที
2. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนพิจารณาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดและทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ

1. ร้านขายไอศกรีมแห่งหนึ่งมีโปรโมชั่นพิเศษ นักเรียนสามารถนำไม้ไอศกรีมเปล่า 2 ไม้ มาแลกไอศกรีมรสใดก็ได้ฟรีอีก 1 ไม้ทันที ถ้านักเรียนมีเงินจำนวนจำกัดสามารถซื้อไอศกรีมได้เพียง 6 ไม้เท่านั้น นักเรียนจะได้ไอศกรีมทั้งหมดกี่ไม้ (รวมไม้ฟรีที่ได้รับจากการนำไม้เปล่าไปแลกด้วย)

ก. 7 ไม้ ข. 8 ไม้ ค. 10 ไม้ ง. 11 ไม้

2. พิจารณารูปภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม



บอยอาศัยอยู่ที่จังหวัดเพชรบูรณ์ต้องการเดินทางไปจังหวัดเชียงราย บอยควรเลือกเส้นทางใดจึงจะใช้เวลาน้อยที่สุด (กำหนดให้การเดินทางทุกเส้นทางใช้รถที่มีความเร็วคงที่เท่ากันทุกเส้นทาง)

ก. เดินทางผ่านจังหวัดพิษณุโลก จากนั้นเดินทางต่อจนถึงจังหวัดเชียงราย

ข. เดินทางผ่านจังหวัดพิษณุโลก จากนั้นไปทางจังหวัดพิจิตร ผ่านจังหวัดลำปางและเดินทางต่อจนถึงจังหวัดเชียงราย

ค. เดินทางผ่านจังหวัดพิษณุโลก จากนั้นไปทางจังหวัดน่านและเดินทางต่อไปจนถึงจังหวัดเชียงราย

ง. เดินทางผ่านจังหวัดพิษณุโลก จากนั้นไปทางจังหวัดพิจิตร เดินทางผ่านจังหวัดแพร่และเดินทางต่อไปจนถึงจังหวัดเชียงราย

3. ในการแข่งขันวิ่งแข่งของนักเรียน 4 คน ได้แก่ A B C และD มีข้อมูลของผลการแข่ง ดังนี้

1. B วิ่งเข้าเส้นชัยโดยใช้เวลาน้อยกว่า D
2. C วิ่งแซงคนที่วิ่งอยู่ในลำดับที่ 2 ได้ก่อนจะถึงเส้นชัย
3. A เป็นคนที่ใช้เวลาในการวิ่งเข้าเส้นชัยมากที่สุด

ข้อใดเรียงลำดับที่ของการเข้าเส้นชัยได้ถูกต้อง

ก. C B D A ข. A C D B ค. B D C A ง. B C D A

4. พิจารณาขั้นตอนการล้างจานต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

1. คว่ำหรือเช็ดภาชนะให้แห้ง
2. เทเศษอาหารลงถังขยะ
3. ล้างภาชนะด้วยน้ำสะอาด
4. ตรวจสอบว่าสะอาดหรือไม่
5. ล้างภาชนะด้วยน้ำยาล้างจาน
6. ล้างภาชนะด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง
7. หากภาชนะไม่สะอาดให้ล้างน้ำสะอาดอีก 1 รอบ

ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนการล้างจานได้ถูกต้อง

ก. 2 3 6 5 7 4 1 ข. 2 3 5 6 4 7 1

ค. 3 2 5 6 4 7 1 ง. 3 2 5 6 7 4 1

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 5

การคัดแยกขยะ เป็นวิธีการหนึ่งในกระบวนการลดปริมาณขยะมูลฝอย ซึ่งเป็นตัวการของปัญหามลพิษของสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ในการคัดแยกขยะควรแยกถังขยะรองรับขยะแต่ละประเภท โดยมีเงื่อนไข ดังนี้

1. ถ้าเป็นขยะทั่วไปที่ย่อยสลายไม่ได้ ไม่เป็นพิษจะต้องนำมาใส่ถังสีน้ำเงิน
2. ถ้าเป็นขยะรีไซเคิล จะต้องนำมาใส่ถังสีเหลือง
3. ถ้าเป็นขยะที่ย่อยสลายได้ จะต้องนำมาใส่ถังขยะสีเขียว
4. ถ้าเป็นถังขยะอันตราย จะต้องนำมาใส่ถังสีแดง

5. หากเจ้าหน้าที่สำรวจขยะในพื้นที่บริเวณหนึ่ง พบว่ามีขยะดังภาพด้านล่างนี้ อยากทราบว่าในการคัดแยกขยะ เจ้าหน้าที่จะต้องใช้ถังขยะอย่างน้อยกี่ประเภทจึงจะสามารถแยกขยะที่พบได้ครบทุกชิ้น

ก. 1 ประเภท ข. 2 ประเภท ค. 3 ประเภท ง. 4 ประเภท

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาฉบับนี้ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที
2. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบอัตนัย โดยจะกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนศึกษาแต่ละสถานการณ์จะมีคำถาม 4 ข้อ ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ก่อนแล้วจึงเขียนคำตอบลงในที่ว่างที่เว้นไว้ในแต่ละข้อ

ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นตอบคำถามข้อ 1.1 – 1.4

<u>สถานการณ์</u>

ลุงวิเชียรเป็นชาวสวนผลไม้ ในสวนของลุงวิเชียรมีผลไม้หลายชนิด เช่น เงาะ ทุเรียน ลำไย ปีที่ผ่านมาผลผลิตและรายได้จากการขายผลไม้ในสวนลดลง เนื่องจากมีแมลงมากัดกินผลไม้ในสวน ลุงวิเชียรจึงหาทางแก้ไขโดยการฉีดยาฆ่าแมลงในสวนผลไม้ทุก ๆ 2 สัปดาห์ จากนั้นผลผลิตก็เริ่มดีขึ้น ลุงขายผลไม้ได้มากและได้ ราคาดี หลายเดือนต่อมา ลุงวิเชียรมีปัญหาด้านสุขภาพ โดยมีอาการหน้ามืด แน่นหน้าอก เวียนศีรษะเป็นประจำ

1.1 ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้

.....

.....

1.2 ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ (ตอบเป็นข้อ)

.....

.....

.....

.....

1.3 ให้นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาของสถานการณ์นี้ (ให้ระบุขั้นตอน, วิธีการหรืออุปกรณ์ อย่างชัดเจน)

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 หากแก้ไขปัญหาตามวิธีที่นักเรียนเสนอในข้อที่ 1.3 จะเกิดผลลัพธ์อะไรขึ้นบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนพิจารณาภาพธารน้ำแข็งในเมือง Svalbard ประเทศนอร์เวย์ ในอดีตและปัจจุบัน จากนั้นตอบคำถาม

อดีต

ปัจจุบัน

2.1 ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์นี้

.....

.....

2.2 ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ (ตอบเป็นข้อ)

.....

.....

.....

.....

2.3 ให้นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาของสถานการณ์นี้ (ให้ระบุขั้นตอน, วิธีการหรืออุปกรณ์ อย่างชัดเจน)

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 หากแก้ไขปัญหาตามวิธีที่นักเรียนเสนอในข้อที่ 2.3 จะเกิดผลลัพธ์อะไรขึ้นบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	เพียงขวัญ แก้วเรือง
วัน เดือน ปี เกิด	21 เมษายน 2537
สถานที่เกิด	จังหวัดลพบุรี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2554 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย พ.ศ. 2559 ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	99/1 หมู่ 9 ตำบลหัวสำโรง อำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรี