ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรม รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

EFFECTS OF A PROBLEM-BASED LEARNING WITH FLIPPED LEARNING MODEL

ซารียาล ชิตชลธาร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2566

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรม รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

ซารียาล ชิตชลธาร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFECTS OF A PROBLEM-BASED LEARNING WITH FLIPPED LEARNING MODEL CONCEPT AND GAMIFICATIONS ON COMPUTATIONAL THINKING SKILLS AND PROGRAMMING ABILITY OF TECHNOLOGY COURSE (COMPUTATIONAL SCIENCE) OF GRADE 7 STUDENTS USING SOLOMON FOUR-GROUP EXPERIMENTAL DESIGN

SAREEYAL CHITCHONLATAN

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

2023

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน
ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรม
รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

ของ

ซารียาล ชิตชลธาร

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย มีชาญ)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวิชิต เชียรชนะ)

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

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิกา ตั้งประภา)

ชื่อเรื่อง	ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรม รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน
ผู้วิจัย	ซารียาล ชิตชลธาร
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรชัย มีชาญ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรอุมา เจริญสุข

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียน และ 2) เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียน ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 140 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม กลุ่มละ 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน 2) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ 3) แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ 4) แบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ 1) สถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง และ 2) สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามแบบสองทาง (Two-way MANOVA) และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า 1) อิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดผลก่อนเรียน ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และนักเรียนกลุ่มควบคุม ทั้ง 4 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมทั้ง 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : ปัญหาเป็นฐาน แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เกมิฟิเคชัน ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ความสามารถในการเขียนโปรแกรม แบบแผนการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอน

Title	EFFECTS OF A PROBLEM-BASED LEARNING WITH FLIPPED LEARNING MODEL CONCEPT AND GAMIFICATIONS ON COMPUTATIONAL THINKING SKILLS AND PROGRAMMING ABILITY OF TECHNOLOGY COURSE (COMPUTATIONAL SCIENCE) OF GRADE 7 STUDENTS USING SOLOMON FOUR-GROUP EXPERIMENTAL DESIGN
Author	SAREEYAL CHITCHONLATAN
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2023
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Surachai Meechan
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Ornuma Charoensuk

The purposes of this research are as follows: (1) to study the interaction between learning management methods and pre-learning assessments on computational thinking skills and programming abilities; (2) to study the results of problem-based learning management combined with the concept of flipped classroom and gamification in technology subjects, such as Computational Science, the computational thinking skills and programming abilities of Grade Seven students using Solomon's four-group experimental design. The samples consisted of 140 seventh grade students obtained by Cluster Random Sampling. The samples were separated into two experimental groups, and two control groups with 35 participants each. The research instruments included: (1) problem-based learning plans combined with a flipped classroom and gamification concepts; (2) problem-based learning plans; (3) a computational thinking skills test; and (4) a programming ability test. The statistics were: (1) descriptive statistics, mean, standard deviation, kurtosis, and skewness; (2) a hypothesis test with a two-way multivariate analysis of variance (Two-way MANOVA) and Analysis of Variance (ANOVA). The findings were: (1) the interaction influence between learning management methods and pre-learning assessments affected computational thinking skills and programming ability with statistical significance of .05; (2) computational thinking skills score and the post-learning programming ability of the experimental group students. and the four groups of control group students were significantly different at the .05 level. The students in both experimental groups had average scores in computational thinking skills and programming abilities higher than those of students in both control groups, with statistical significance at the .05 level.

Keyword : A Problem-based Flipped learning model concept Gamifications Computational thinking skills Programming ability Solomon four-group experimental design

กิตติกรรมประกาศ

ด้วยพระนามของอัลลอฮผู้ทรงกรุณาปราณี ผู้ทรงเมตตาเสมอ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ เพราะความช่วยเหลือและการดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรชัย มีชาญ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร. อรอุมา เจริญสุข อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม เป็นผู้คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ ให้การช่วยเหลือ เสียสละเวลาในการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการตรวจสอบปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ และให้กำลังใจในการดำเนินงานตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยวิชิต เชียรชนะ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิกา ตั้งประภา ตลอดจนคณะกรรมการสอบเค้าโครง รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนิดา ศกุลตนาค ที่ได้ตรวจสอบ ให้คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ด้วยความเมตตา ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษาทุกท่าน ที่กรุณาสั่งสอนถ่ายทอดวิชาความรู้และประสบการณ์ที่มีค่าแก่ผู้วิจัย รวมทั้งให้ความช่วยเหลือในโอกาสต่าง ๆ มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านในการให้ความกรุณาเสียสละเวลาในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหารและคณะครูโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย สมุทรปราการ ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้การช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลวิจัย รวมถึงขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ให้ความร่วมมือกับผู้วิจัยเป็นอย่างดีในการเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้

ขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง นิสิตปริญญาโท และปริญญาเอกสาขาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษาทุกคนที่ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจที่ดีแก่กันเสมอมาในระหว่างที่ผู้วิจัยทำปริญญานิพนธ์ ขอบคุณนางสาวกรรณิการ์ ลายลักษณ์ นางสาวกุหลาบ ข่าขันมะลี นางสาวกัญวสุ ศรีไทย นางสาวสุภาพร บุตรสัย นางนันทยา ใจตรง และนางสาววิชุดา แดนเมือง ที่ช่วยเหลือผู้วิจัยในการทำปริญญานิพนธ์เสมอมา

ที่สำคัญที่สุดในชีวิตของผู้วิจัย ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวที่คอยให้การสนับสนุน เป็นกำลังใจ และเป็นแรงผลักดันให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ซารียาล ชิตชลธาร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญรูปภาพ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

คำถามการวิจัย 5

ความมุ่งหมายของงานวิจัย 6

ความสำคัญของการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย 6

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 6

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย 7

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย 7

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย 7

นิยามศัพท์เฉพาะ 8

กรอบแนวคิดการวิจัย 12

สมมติฐานในการวิจัย 14

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

1. การคิดเชิงคำนวณ (Computation thinking) 17
1.1 ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ (Computation thinking) 17
1.2 ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ 18
1.3 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ 19
1.4 การวัดและประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ 22
1.5 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ 27
1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ 31
2. ความสามารถในการเขียนโปรแกรม 33
2.1 ความหมายของการเขียนโปรแกรม 33
2.2 หลักการเขียนโปรแกรม 34
2.3 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม 37
2.4 รูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรม 38
2.5 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม 39
2.6 ความสามารถในการเขียนโปรแกรม 40
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเขียนโปรแกรม 40
3. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 42
3.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 42
3.2 ลักษณะของการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 44
3.3 ขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 45
3.4 บทบาทของนักเรียนและผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 48
3.5 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 50
3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 51
4. การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Learning) 53

4.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน 53
4.2 องค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้าน 54
4.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน 56
4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนกลับด้าน 58
5. แนวคิดเกมมิฟิเคชัน 60
5.1 ความหมายของเกมมิฟิเคชัน 60
5.2 ประเภทของเกมิฟิเคชัน 62
5.3 องค์ประกอบของเกมิฟิเคชัน 63
5.4 การประยุกต์ใช้เกมิฟิเคชันด้านการจัดการเรียนรู้ 69
5.5 ขั้นตอนการพัฒนาเกมิฟิเคชัน 71
5.6 ประโยชน์ของเกมิฟิเคชัน 73
5.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเกมิฟิเคชัน 74
6. แนวคิดที่เกี่ยวกับแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน (The Solomon Four - Group Experiment) 77
6.1. การทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน 77
6.2 ลักษณะของแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน 78
6.3 รูปแบบการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน 78
6.4 วิธีดำเนินการของแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน 80
6.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน 83
6.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน 85
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 88
1. ประชากรและตัวอย่าง 88
3. ตัวแปรที่ศึกษา 90

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย 91
5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย 91
6. แบบแผนการทดลอง 92
7. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 94
7.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ 94
7.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 111
7.3 สูตรที่ใช้การวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ 123
8. สถิติที่ใช้ในการวิจัย 125
8.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัย 125
8.2 การวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ 126
9. กระบวนการในการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน 127
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 129
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 130
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 146
สรุปผลการวิจัย 148
อภิปรายผลการวิจัย 149
ข้อเสนอแนะ 159
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 159
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 160
บรรณานุกรม 161
ภาคผนวก 174
ประวัติผู้เขียน 242

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom 25

ตาราง 2 การวัดและประเมินที่ใช้สำหรับวัดการคิดเชิงคำนวณ..... 26

ตาราง 3 การจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ 30

ตาราง 4 การสังเคราะห์องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน 67

ตาราง 5 รูปแบบของแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอนของอิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล ... 79

ตาราง 6 รูปแบบของแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอนของ Leedy, P.D; & Ormrod, J.E. 79

ตาราง 7 รูปแบบการทดลองของการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอนที่ผู้วิจัยเลือกใช้ 80

ตาราง 8 แสดงสภาพเงื่อนไขการให้สิ่งทดลองกับการทดสอบก่อนการให้สิ่งทดลองในแต่ละเซลล์ 82

ตาราง 9 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวนคาบ และจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการทดลอง 91

ตาราง 10 แบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอนที่ใช้ในการวิจัย..... 92

ตาราง 11 รูปแบบการทดลองที่ใช้ในการวิจัย 93

ตาราง 12 โครงสร้างของแผนวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมมิฟิเคชัน..... 98

ตาราง 13 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชันและการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ..... 103

ตาราง 14 การนำแนวคิดเกมมิฟิเคชันมาใช้ในสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ 107

ตาราง 15 แสดงนิยามศัพท์เฉพาะ องค์ประกอบ และพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะการคิดเชิงคำนวณ 111

ตาราง 16 คะแนน ข้อคำถาม ที่จำแนกตามองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ 113

ตาราง 17 นิยามศัพท์เฉพาะ รูปแบบ และพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการเขียนโปรแกรม .. 117

ตาราง 18 แสดงผลคะแนนความสามารถในการเขียนโปรแกรม 119

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 130

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการเขียนโปรแกรมก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 132

ตาราง 21 ผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น 134

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียน..... 135

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลปฏิสัมพันธ์แต่ละตัวแปรตามระหว่างทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรม 136

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลหลักของการวัดผลก่อนเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรม 137

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลหลักของวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรม 139

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณและคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 140

ตาราง 27 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ 142

ตาราง 28 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรม 143

ตาราง 29 รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 176

ตาราง 30 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ 178

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ 180

ตาราง 32 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน Rater Agreement Index (RAI) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ 182

ตาราง 33 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม..... 186

ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม 188

ตาราง 35 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน Rater Agreement Index (RAI) ของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม..... 190

ตาราง 36 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ 192

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 13

ภาพประกอบ 2 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 90

ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชัน 97

ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ 102

ภาพประกอบ 5 แสดงภาพการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชันและการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ 106

ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ 116

ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม 122

ภาพประกอบ 8 กราฟแสดงผลคะแนนเฉลี่ยของทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 131

ภาพประกอบ 9 กราฟแสดงผลคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเขียนโปรแกรมก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 132

ภาพประกอบ 10 กราฟแสดงอิทธิพลหลักของการวัดผลก่อนเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรม 138

ภาพประกอบ 11 กราฟแสดงอิทธิพลหลักของวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรม 139

ภาพประกอบ 12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ 142

ภาพประกอบ 13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 144

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันโลกก้าวไปสู่สังคมยุคดิจิทัล มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาบูรณาการในทุกมิติของการใช้ชีวิตประจำวัน ทำให้วิถีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะเป็น สังคม เศรษฐกิจ อุตสาหกรรมการผลิต และการให้บริการต่าง ๆ อย่างรวดเร็วและไม่หยุดนิ่งเพื่อพัฒนาระดับคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ทำให้ทุกประเทศตระหนักถึงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ทางด้านการศึกษาอย่างรอบด้าน เพราะถือเป็นปัจจัยหลักสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศให้สามารถพัฒนาเท่าทันโลกดิจิทัลแห่งอนาคตที่กำลังเกิดขึ้น ประเทศไทยจึงต้องมีการเตรียมความพร้อมสำหรับการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเตรียมความพร้อมด้านทรัพยากรมนุษย์ในด้านการศึกษาจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะสามารถนำพาเด็กไทยก้าวไปสู่ศตวรรษที่ 21 และเตรียมความพร้อมเพื่อให้สอดรับกับนโยบายประเทศไทย 4.0 ที่ว่าด้วยการขับเคลื่อนเศรษฐกิจประเทศไทยด้วยนวัตกรรม ฉะนั้นนักเรียนจึงมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาจึงต้องพัฒนา และส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ โดยทักษะที่มีความจำเป็นในการดำรงชีวิต ในศตวรรษที่ 21 คือทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนลยี เนื่องจากปัจจุบันมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางสื่อเทคโนโลยีที่ไร้ขีดจำกัดมากมาย นักเรียนจึงต้องมีทักษะกระบวนการในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสังเคราะห์ การจัดการ การเผชิญหน้ากับสถานการณ์ การปฏิบัติงานได้หลากหลาย การประยุกต์องค์ความรู้เพื่อใช้ในการป้องกัน และสามารถแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นทักษะที่นักเรียนทุกคนจำเป็นต้องพัฒนาขึ้น เพราะเป็นทักษะที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะเสริมศักยภาพอื่น ๆ ในศตวรรษที่ 21 (ภาสกร เรืองรอง, รุจโรจน์ แก้วอุไร, ศศิธร นาม่วงอ่อน, อพัชชา ช้างขวัญยืน, และ ศุภสิทธิ์ เต็งคิว, 2561, น. 27-32) เป็นกระบวนการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อให้ได้แนวทางการหาคำตอบอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบเพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยบุคคลหรือคอมพิวเตอร์อย่างถูกต้อง เป็นกระบวนการแก้ปัญหาในหลากหลายลักษณะจะช่วยทำให้ปัญหาที่ซับซ้อนสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น เป็นทักษะที่เป็นประโยชน์ต่อทุก ๆ สาขาวิชา และทุกเรื่องในการดำรงชีวิต ซึ่งไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการคิดเหมือนคอมพิวเตอร์ แต่เป็นกระบวนการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์ เพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน และช่วยแก้ปัญหาตามที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล, 2563) ปัจจุบันคอมพิวเตอร์เข้ามามีอิทธิพลกับชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก แม้ว่ามนุษย์ไม่ได้ใช้คอมแก้ปัญหาโดยตรง แต่มนุษย์ย่อมได้รับผลที่เกิดจากโลกที่มีคอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้องเกือบทุกส่วนของชีวิต ทักษะการคิดเชิงคำนวณจึงได้รับการให้ความสำคัญใน

ฐานะทักษะพื้นฐานของทุกคน และถูกบรรจุให้อยู่ในหลักสูตรการเรียนรู้ในหลายประเทศ (อาทร นกแก้ว และ สุภารัตน์ เชื้อโชติ, 2563) อาจเป็นตัวช่วยที่ทำให้นักเรียนมีความพร้อมสำหรับชีวิต และการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ให้สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (พิชญ์ อำนวยพร, 2562) ดังนั้นปีพุทธศักราช 2560 จึงมีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานสาระเทคโนโลยีขึ้น เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ให้นักเรียนมีกระบวนการคิดวิเคราะห์ แก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และเป็นระบบ นำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

การเขียนโปรแกรม หรือ Coding เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาการคำนวณที่บรรจุอยู่ในสาระเทคโนโลยี กลุ่มสาระเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเริ่มเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 ถูกบรรจุไว้ในตัวชี้วัดของทุกระดับชั้น ถือเป็นทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เนื่องจาก Coding เป็นพื้นฐานของการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งในโลกสังคมยุคดิจิทัลในอนาคตจะมีงานที่ใช้ความรู้ความเข้าใจ และทักษะที่เกี่ยวข้องกับ Coding จำนวนมาก นักเรียนที่มีความสามารถในการเขียนโค้ด จะมีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างเป็นระบบมีตรรกะทางความคิด (Logic) คิดสร้างสรรค์ซึ่งมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพต่างๆ (วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล 2562, น.1) Coding จึงถูกนำมาผนวกในหลักสูตรเพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอน และมีเหตุผลตามองค์ประกอบของแนวคิดเชิงคำนวณ Coding สามารถสร้างภาพให้เห็นที่เป็นลำดับต่อจากแนวคิดเชิงคำนวณ ซึ่งตอบโจทย์การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เขมวดี พงศานนท์, 2562) และเพื่อให้ความสามารถในการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์สูงขึ้น ควรมีการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณแก่นักเรียนให้ครบทั้ง 4 ด้าน ดังนี้ การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย การคิดหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบขั้นตอนวิธี หากนักเรียนได้รับการส่งเสริมทักษะการคิดคิดเชิงคำนวณร่วมด้วยจนทำให้เกิดเป็นทักษะแล้ว อาจจะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์หรือการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ในระดับที่สูงขึ้นได้ (นครินทร์ สุกใส, 2560, น.110)

จากการศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มีความคิดเห็นสอดคล้องกันคือ นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ ทำความเข้าใจกับปัญหาที่มีความซับซ้อนขาดทักษะการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนไม่สามารถแบ่งปัญหาหรือระบบที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ได้ ผู้สอนจัดเนื้อหาการเขียนโปรแกรมอย่างง่ายไม่ครบถ้วนตามตัวชี้วัด นักเรียนมีความรู้พื้นฐานในการเขียนโปรแกรมน้อย เนื้อหาค่อนข้างยาก แต่มีระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่อนข้างจำกัด ทำให้ไม่ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน ครูผู้สอนมีการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบดั้งเดิมไม่ยึดหลักนักเรียนเป็นสำคัญ (Active learning) นักเรียนขาดแรงจูงใจในการทำกิจกรรมการเรียนรู้

รายละเอียดเนื้อหาวิชาค่อนข้างมากทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ทัน ส่งผลให้นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะ การคิด การแก้ปัญหาได้ค่อนข้างน้อย ลงมือปฏิบัติน้อยไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง นักเรียนไม่มีสื่อในการกลับไปฝึกฝนการเขียนโปรแกรม (ซาวาตี บือราเฮง เดือนเพ็ญ กชกรจารุพงศ์ นพเก้า ณ พัทลุง และธัญญวดี เสพมงคลเลิศ, 2561; นลิน คำแน่น, 2562; ปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์ และณมน จีรังสุวรรณ, 2558; วีรพงษ์ จันทรเสนาและ มานิต อาษานอก, 2563; ศิริรัตน์ หวังสะแล่ะฮ์, 2563, น. 95-104) ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ในสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ปัจจุบันมีการศึกษา และวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนการสอน และนวัตกรรม ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณแก่นักเรียนไว้หลากหลายรูปแบบ แต่การจัดการเรียนรู้นั้นต้องมีกระบวนการที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดกระบวนการคิด มีทักษะ กระบวนการในการแก้ปัญหาสามารถวิเคราะห์ ทำความเข้าใจกับปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem–based Learning: PBL) ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหา และหาแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อช่วยพัฒนาให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง สามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาตามสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง (ยุภารัตน์ พืชสิงห์, 2564) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการนำประเด็นปัญหามาเป็นสิ่งเร้าในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ (สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้, 2550) โดยที่ครูผู้สอนจะให้นักเรียนเจอสถานการณ์ปัญหาจริงให้นักเรียนได้แก้ไขปัญหาร่วมกันผ่านกระบวนการกลุ่ม ที่สามารถทำให้นักเรียนได้เผชิญปัญหาด้วยตนเองให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ ทำความเข้าใจกับปัญหาได้อย่างท่องแท้ มองเห็นถึงแนวทาง และวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย (ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2548) นักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบนำตนเองเกิดกระบวนการคิด และการแก้ปัญหาต่าง ๆ (ทิศนา แขมมณี, 2561) และที่สำคัญยังพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมแก่นักเรียนให้สูงขึ้น (ชัยภัทร ลูกบัว, 2563; โชคติกา สงคราม, 2562; ณัฐธิดา กัลยาประสิทธิ์, 2564; นลิน คำแน่น, 2562; ยุภารัตน์ พืชสิงห์, 2564; เรือนขวัญ พลฤทธิ์, 2563; อนุสรณ์ ปิติวงษ์ สมเกียรติ ตันติวงศ์วาณิช และ และกฤษณา คิดดี, 2563) และจากการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถแก้ปัญหาระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เพียงพอ พบว่า รูปแบบการสอนที่มักได้รับความนิยมกันแพร่หลายและสามารถแก้ปัญหาเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่จำกัด ไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เพียงพอตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้คือการจัดการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Learning) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนจะมีการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองผ่านวีดีโอ

ในขณะที่อยู่บ้าน และในห้องเรียนจะเป็นการนำความรู้ที่ได้จากการค้นคว้ามาศึกษาร่วมกันกับเพื่อน โดยมีครูเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางและให้ความช่วยเหลือ (สุรศักดิ์ ปาเฮ, 2556) ทำให้การจัดการเรียนมีความยืดหยุ่น ลดระยะเวลาที่ใช้ในการบรรยายน้อยลง ช่วยเพิ่มเวลาในการจัดกิจกรรมในห้องเรียนได้มากขึ้น เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ห้องเรียนที่มีความหมายกับเด็กอย่างมาก สามารถฝึกให้นักเรียนมีการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ ต่างๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้แบบ “รู้จริง” และปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีมาเป็นส่วนเสริมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถศึกษาได้อย่างไร้ขีดจำกัด สามารถศึกษาได้ในทุกที่ทุกเวลา เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงต่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีแห่งอนาคตเนื่องด้วยโลกที่ไร้พรมแดน (วิจารณ์ พานิช, 2556)

อย่างไรก็ตาม ปัญหาสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน ของนักเรียนไทย คือ เมื่อนักเรียนมีการเปลี่ยนรูปแบบการเรียน โดยการศึกษาด้วยตนเองที่บ้านจากสื่อการเรียนรู้ที่ผู้สอนกำหนด ทำให้นักเรียนไม่มีแรงจูงใจในการเรียน เนื่องจากไม่มีครูคอยชี้แนะหรือคอยกำกับ ไม่ได้เรียนร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียน และเมื่อต้องเรียนรู้ด้วยตนเองเพียงลำพัง นักเรียนจะขาดสมาธิ หากมีสิ่งอื่นที่มีความน่าสนใจมากกว่า (สุพัตรา อุตมัง, 2558) สอดคล้องกับ (จินตวีร์ คล้ายสังข์, 2555) ที่ได้กล่าวถึงปัญหาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บนการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ คือ ไม่สามารถควบคุมนักเรียนได้ นักเรียนไม่มีความสามารถในการควบคุมตนเอง จึงทำให้การเรียนผ่านเว็บไม่เป็นผลที่น่าพอใจ เนื่องจาก เมื่อนักเรียนเข้าสู่แหล่งข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ของโลกอินเตอร์เน็ต นักเรียนจะมีสิ่งอื่นที่น่าสนใจมากกว่า การเรียนรู้ และความไม่คุ้นชินในการเรียนรู้ การไม่มีแรงจูงใจในการเรียน ความไม่ชำนาญ หรือขาดทักษะในการใช้เครื่องมือบนอินเตอร์เน็ต ดังนั้นครูควรหาวิธีการในการดึงดูดความสนใจในการเรียนเพื่อทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนภายนอกห้องเรียนหรือเรียนที่บ้านของการใช้ห้องเรียนกลับด้าน มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (นครินทร์ สุกใส, 2560, น.16) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการนำแนวคิดเกมิฟิเคชัน (Gamification) เข้ามาเพื่อช่วยในการสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียน ซึ่งอย่างที่ทราบว่าเกมิฟิเคชัน เป็นการออกแบบการเรียนรู้ที่สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้และเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนหลายด้าน เช่น การเสริมสร้างจินตนาการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ช่วยสร้างแรงจูงใจ รวมทั้งยังเพิ่มความสนใจ และมีความผูกพันในการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ (ชนัตถ์ พูนเดช และธนิตา เลิศพรกุลรัตน์, 2559) เป็นแนวคิดที่ช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนมีความคล้ายคลึงกับการเล่นเกมที่มีความท้าทาย มีความสนุกสนาน มีความน่าสนใจ น่าตื่นเต้น ทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดีขึ้น สามารถดึงดูดความสนใจแก่นักเรียนได้ ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนสูงขึ้น

จากการศึกษารูปแบบของการวิจัยเชิงทดลองทางการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่มักใช้รูปแบบการวิจัยที่เป็นการนำระหว่าง 2 กลุ่ม มาทำการเปรียบเทียบกัน โดยที่มีกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ทำการสอบก่อน และหลังการทดลอง ซึ่งในการทดสอบก่อนการทดลอง อาจทำให้ผลที่ได้จากการทดลองอาจเป็นผลที่เกิดจากตัวแปรแทรกซ้อนในการวิจัย ซึ่งอาจทำให้งานวิจัยขาดความเที่ยงตรงภายในและภายนอกบางประการของการวิจัยได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการออกแบบการวิจัยเชิงทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน สืบเนื่องจากเป็นรูปแบบการวิจัยที่ช่วยกำจัดอิทธิพลจากตัวแปรแทรกซ้อนที่จะส่งผลต่อตัวแปรตาม และอาจทำให้ผลของการวิจัยคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งลักษณะเด่นของรูปแบบการวิจัย คือ ในการทดลอง 1 ครั้ง สามารถพิสูจน์การจัดกระทำ (treatment) ได้ถึง 2 ครั้ง เป็นผลมาจาก 2 กลุ่มทดลอง สามารถตรวจสอบอิทธิพลของการสอบก่อน (pretest) ซึ่งเป็นตัวแปรอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อการทำให้ผลการทดลองเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ รูปแบบการทดลองนี้มีการพิสูจน์หลายรูปแบบจึงทำให้ผลการทดลองที่ได้มาจากตัวจัดกระทำอย่างแท้จริง และน่าเชื่อถือมากกว่ารูปแบบอื่น ๆ (ขวัญจิรา อินทร์เอี่ยม, 2553, น.7; ชูศรี วงศ์รัตนะ และองอาจ นัยพัฒน์, 2551, น. 279; พิทยรัฐ ควรหา, 2552, น. 4; เพ็ญศิริ อิ่มอุดม, 2551, น. 4; เฟื่องลัดดา จิตจักร, 2558, น. 5)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้จัดการทดลองแบบแผนการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาได้อย่างมีระเบียบแบบแผน มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน และเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างรอบคอบถี่ถ้วน สามารถประเมินการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้ครูผู้สอนได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมให้แก่นักเรียนได้ต่อไป

คำถามการวิจัย

1. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียน ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนหรือไม่

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรม รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) แตกต่างกันหรือไม่

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ

2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียน ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

ความสำคัญของการวิจัย

จากผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสำคัญดังนี้

1. ได้แนวทางในวการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ แนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรม รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ได้แนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย สมุทรปราการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรปราการ ที่เรียนรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 280 คน

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย สมุทรปราการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรปราการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการกำหนดขนาดตัวอย่างด้วยการวิเคราะห์อำนาจการทดสอบ (Power Analysis) การกำหนดค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.67 ค่าระดับนัยสำคัญ .05 และอำนาจ

การทดสอบเท่ากับ 0.95 (นลิน คำแน่น, 2562) โดยใช้โปรแกรม G*Power version 3.1.9.4 ในการคำนวณซึ่งได้ขนาดตัวอย่างจำนวน 26 คน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอน ซึ่งเพียงพอต่อขนาดตัวอย่างที่ต้องการ ผู้วิจัยจึงสุ่มนักเรียนที่เรียนรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 4 ห้อง (Random Selection) รวมทั้งหมด 140 คน ได้มาโดยกระบวนการสุ่มตัวอย่าง โดยใช้การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีการคละความสามารถภายในห้องเรียน จากนั้นทำการสุ่มห้องเรียนเพื่อเข้ากลุ่ม (Random Assignment) โดยการแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 2 ห้องเรียน และสุ่มการจัดกระทำแก่ห้องเรียน (Random treatment) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 2 ห้องเรียน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบเรียน รวมทั้งสิ้น 14 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหา รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การแก้ปัญหา และการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ (Scratch) ซึ่งสอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระที่ 4 เทคโนโลยี ว 4.2 ตามตัวชี้วัด คือ ว 4.2 ม.1/1 ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้ แนวคิดเชิงนามธรรม เพื่อแก้ปัญหาหรืออธิบาย การทำงานที่พบในชีวิตจริง และ ม.1/2 ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

เนื่องจากงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอน ต้องมีการศึกษาผลของการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อตัวแปรตามร่วมด้วย ดังนั้น ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

ตัวแปรอิสระ แบ่งเป็นดังนี้

1. วิธีการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

1.1 วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน

1.2 วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ

2. การวัดผลก่อนเรียน

2.1 มีการวัดผลก่อนเรียน

2.2 ไม่มีการวัดผลก่อนเรียน

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

2. ความสามารถในการเขียนโปรแกรม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ทักษะการคิดเชิงคำนวณ หมายถึง การแสดงออกถึงความสามารถในกระบวนการคิดของนักเรียนที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน โดยการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ และใช้กระบวนการคิดที่เป็นเหตุเป็นผลในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้รูปแบบและวิธีการแก้ปัญหาที่ทั้งมนุษย์ และคอมพิวเตอร์สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบดังนี้

1) การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (Problem Decomposition) หมายถึง การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้ โดยใช้กระบวนการจำแนกหรือแตกปัญหาใหญ่ออกเป็นส่วนเล็กๆ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

2) การคิดหารูปแบบ (Pattern Recognition) หมายถึง การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์พิจารณาความเหมือนหรือความคล้ายคลึงกันของรูปแบบปัญหา

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) หมายถึง การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการแยกคุณลักษณะที่สำคัญออกจากรายละเอียดปลีกย่อยของปัญหา สามารถคัดเลือกสิ่งที่ไม่จำเป็นต่อปัญหาออก

4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm Design) หมายถึง การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการอธิบาย ออกแบบขั้นตอนหรือวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน และชัดเจน

ซึ่งวัดได้จากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ แบบอัตนัยเชิงสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 4 สถานการณ์ 16 ข้อย่อย เพื่อใช้ในการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ความสามารถในการเขียนโปรแกรม หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนที่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อออกแบบขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมโดยใช้การเขียนรหัสลำลอง และผังงาน สามารถนำชุดคำสั่ง และขั้นตอนวิธีมาใช้เขียนโปรแกรมได้ถูกต้อง และเหมาะกับโจทย์ปัญหา สามารถตรวจสอบแก้ไข

ข้อผิดพลาด และทดสอบโปรแกรมได้ ซึ่งผู้วิจัยแบ่งประเด็นการวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมตามโครงสร้างของการเขียนโปรแกรม ดังนี้

1) การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ หมายถึง การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อออกแบบขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมโดยใช้การเขียนรหัสลำลองและผังงานแบบลำดับ สามารถนำชุดคำสั่งและขั้นตอนวิธีมาใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบลำดับได้

2) การเขียนโปรแกรมแบบทางเลือก หมายถึง การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อออกแบบขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมโดยใช้การเขียนรหัสลำลองและผังงานแบบทางเลือก สามารถนำชุดคำสั่งและขั้นตอนวิธีมาใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบทางเลือกได้

3) การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ หมายถึง การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อออกแบบขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมโดยใช้การเขียนรหัสลำลองและผังงานแบบวนซ้ำ สามารถนำชุดคำสั่งและขั้นตอนวิธีมาใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำได้

โดยที่สามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 3 สถานการณ์ 6 ข้อย่อย และมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Score โดยแบ่งเป็น การเขียนรหัสลำลอง การเขียนผังงาน และการเขียนโปรแกรม

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยที่ผู้วิจัยใช้ในการออกแบบกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยมีการใช้สถานการณ์ปัญหา เป็นสิ่งเร้าเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเกิดเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหา และหากระบวนการขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผลและถูกต้อง ซึ่งมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา 2) ขั้นกำหนดแนวทางและความเป็นไปได้ 3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ 5) ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ 6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน

4. แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนำมาเป็นส่วนเสริมในการจัดการเรียนรู้ โดยการให้นักเรียนทำการศึกษา ค้นคว้า ดู หรือฟังบรรยายในบทเรียนออนไลน์ผ่านวีดีโอหรือสื่อต่าง ๆ จากที่บ้านหรือนอกห้องเรียน ล่วงหน้าก่อนมาเรียนในห้องเรียน จากนั้นในห้องเรียนจะมีการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน ร่วมกันอภิปรายหรือร่วมกันแสดงความคิดเห็นโดยที่มีครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือ

5. แนวคิดเกมมิฟิเคชัน หมายถึง การนำเทคนิค แนวคิด ทฤษฎี วิธีการ หรือกลไกพื้นฐานของเกมมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้หรือมาสนับสนุนในการออกแบบกิจกรรม เพื่อช่วยในการกระตุ้น

และสร้างแรงจูงใจในการเรียนแก่นักเรียน โดยทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนไม่เหมือนการเรียนทั่วไป แต่เป็นเหมือนเกมการแข่งขันที่มีตื่นเต้น ท้าทาย มีความน่าสนใจ และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากขึ้น ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้ 1) แต้มสะสม (Points) 2) เหรียญตราสัญลักษณ์ (Badges) 3) ลำดับขั้น (Levels) 4) ตารางอันดับ/กระดานผู้นำ (Leader board)

6. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน หมายถึง วิธีการหรือกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแก้ปัญหา และการเขียนโปรแกรม Scratch รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยดำเนินการตามขั้นตอน ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ประยุกต์ขั้นตอนของ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น. 6-7) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา: เป็นขั้นตอนที่ครูตั้งหรือกำหนดประเด็นปัญหา, สถานการณ์ปัญหาหรือมอบหมายภารกิจให้แก่นักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ และเกิดความสนใจในการที่จะสืบค้นหาข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบ 2) ขั้นกำหนดแนวทางและความเป็นไปได้: เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวางแผนการศึกษาค้นคว้า ทำความเข้าใจกับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์และหาแนวทางในการแก้ปัญหา ออกแบบวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้แนวทางและความเป็นไปได้ของคำตอบ 3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า: เป็นขั้นที่นักเรียนต้องดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามแหล่งต่างๆ เพื่อนำกระบวนการวิธีการต่างๆ มาแก้ปัญหา 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ : เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำข้อค้นพบหรือแนวทางที่ได้ จากการค้นคว้ามาสรุป อภิปรายร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสังเคราะห์สิ่งที่ได้ศึกษามาว่าถูกต้อง เหมาะสมหรือไม่เพียงใด เกิดเป็นองค์คววามรู้ใหม่ 5) ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ: นักเรียนสรุปผลงาน/ประเมินค่าคำตอบของกลุ่มตนเอง และสรุปการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โดยที่แต่ละคนในกลุ่มมีการนำคำตอบที่ได้ มาตรวจสอบเปรียบเทียบกันจนได้คำตอบที่ดีที่สุด 6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน: นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย

ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีกิจกรรมทั้งในและนอกห้องเรียนที่มีการนำเทคนิคห้องเรียนกลับด้านมาสนับสนุนในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยที่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 3 นักเรียนจะดำเนินการหรือศึกษาหาความรู้นอกห้องเรียนจากสื่อเว็บไซด์ วีดีโอ และแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่ครูดำเนินการจัดเตรียมไว้ นักเรียนต้องศึกษาบทเรียนมาก่อนล่วงหน้าก่อนมาเรียนในห้องเรียน และขั้นตอนที่ 4 ถึงขั้นตอนที่ 6 นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันในห้องเรียน ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหรือร่วมกันแสดงความคิดเห็น โดยที่มีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ รวมทั้งมีการนำแนวคิดเกมิฟิเคชันเข้ามาช่วยในการสร้างแรงจูงใจ

ในการเรียนแก่นักเรียน โดยที่บางแผนการจัดการเรียนรู้อาจจะมีไม่ครบ 6 ขั้นตอนขึ้นอยู่กับเนื้อหาและความเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน

7. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ หมายถึง วิธีการหรือกระบวนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้ปัญหา และการเขียนโปรแกรม Scratch รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ที่จัดให้กับนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา: เป็นขั้นตอนที่ครูตั้งหรือกำหนดประเด็นปัญหา, สถานการณ์ปัญหาหรือมอบหมายภารกิจให้แก่นักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ และเกิดความสนใจในการที่จะสืบค้นหาข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบ

2) ขั้นกำหนดแนวทางและความเป็นไปได้: เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวางแผนการศึกษาค้นคว้า ทำความเข้าใจกับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์และหาแนวทางในการแก้ปัญหาออกแบบวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้แนวทางและความเป็นไปได้ของคำตอบ

3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า: เป็นขั้นที่นักเรียนต้องดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามแหล่งต่างๆ เพื่อนำกระบวนการวิธีการต่างๆ มาแก้ปัญหา

4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้: เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำข้อค้นพบหรือแนวทางที่ได้จากการค้นคว้ามาสรุป อภิปรายร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสังเคราะห์สิ่งที่ได้ศึกษามาว่าถูกต้องเหมาะสมหรือไม่เพียงใด เกิดเป็นองค์คววามรู้ใหม่

5) ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ: นักเรียนสรุปผลงาน/ประเมินค่าคำตอบของกลุ่มตนเอง และสรุปการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โดยที่แต่ละคนในกลุ่มมีการนำคำตอบที่ได้ มาตรวจสอบเปรียบเทียบกันจนได้คำตอบที่ดีที่สุด

6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน: นักเรียนมีการนำข้อมูลที่ได้มาจัดระเบียบ ลำดับองค์ความรู้ และนำเสนอผลงานของตนเองได้

8. แบบแผนการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอน หมายถึง แบบแผนการวิจัยที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการออกแบบงานวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 4 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 1 จะมีการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมก่อนเรียน กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมที่ 2 ไม่มีการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมก่อนเรียน แต่ทั้ง 4 กลุ่มมีการวัดผลหลังเรียนเหมือนกันทุกกลุ่ม ซึ่งกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม จะได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหา

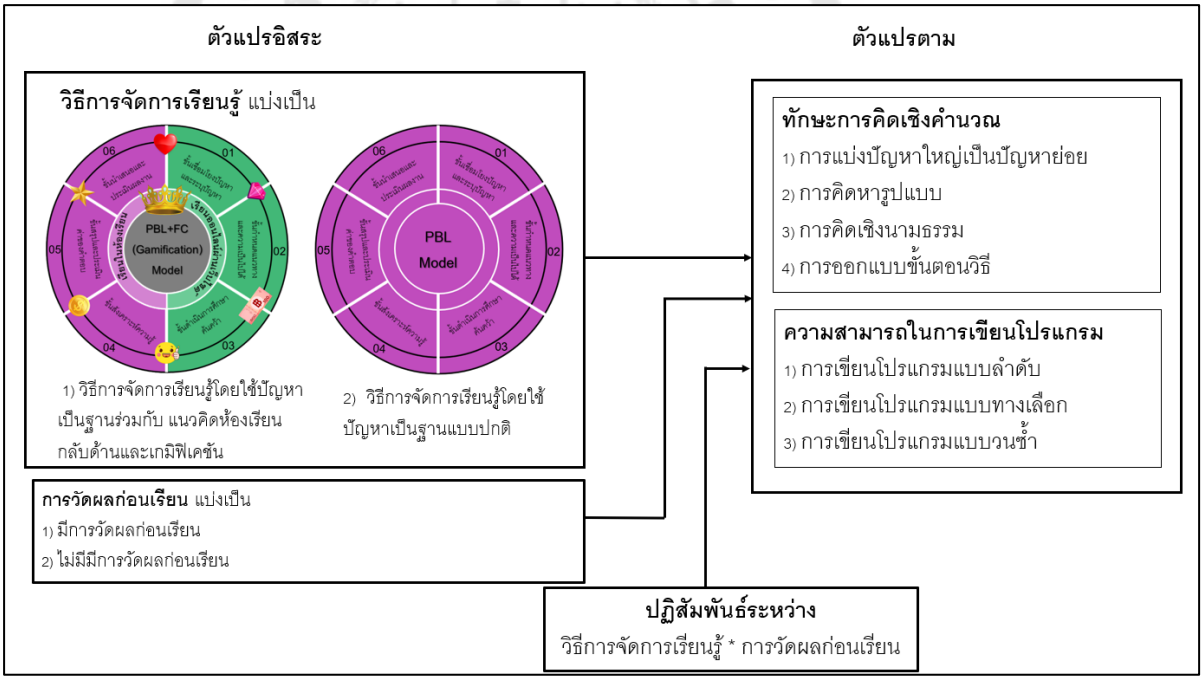
เป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน และกลุ่มควบคุมทั้ง 2 กลุ่ม จะได้รับการจัดการเรียนการรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ

9. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียน หมายถึง การศึกษาอิทธิพลของการได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน เมื่อมีการวัดผลก่อนเรียน และไม่มีการวัดผลก่อนเรียนที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม และการศึกษาอิทธิพลหลักของการได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ เมื่อมีการวัดผลก่อนเรียน และไม่มีการวัดผลก่อนเรียนที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม พบว่าสาเหตุของการที่ผู้เรียนขาดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม มาจากการที่นักเรียนขาดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง ขาดความเข้าใจในการแก้ปัญหา ไม่สามารถแบ่งปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ได้ การจัดเนื้อหาการเขียนโปรแกรมไม่ครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ นักเรียนมีความรู้พื้นฐานน้อย เนื้อหาค่อนข้างยาก มีระยะเวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างจำกัด ทำให้ไม่ตอบสนองต่อความต้องการในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ทัน ลงมือปฏิบัติได้น้อย ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ในการทำงานได้ (ชาวาตี บือราเฮง เดือนเพ็ญ กชกรจารุพงศ์ นพเก้า ณ พัทลุง และธัญญวดี เสพมงคลเลิศ, 2561; นลิน คำแน่น, 2562; ปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์ และณมน จีรังสุวรรณ, 2558; วีรพงษ์ จันทรเสนา และ มานิต อาษานอก, 2563; ศิริรัตน์ หวังสะแล่ะฮ์, 2563) ซึ่งส่งผลทำให้การจัดการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด จึงทำให้ไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาความรู้ที่เป็นแก่นหลักของวิทยาการคำนวณได้อย่างท่องแท้ ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนได้ (โชคติกา สงคราม, 2562; ณัฐธิดา กัลยาประสิทธิ์, 2564; นลิน คำแน่น, 2562; อนุสรณ์ ปิติวงษ์ สมเกียรติ ตันติวงศ์วาณิช และ และกฤษณา คิดดี, 2563) แต่พบว่าปัญหาที่เกิดจากข้อจำกัดของระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนนั้น จึงมีการนำการจัดกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้านมาใช้ ซึ่งถือเป็นการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถแก้ปัญหาเรื่องระยะเวลาไม่เพียงพอได้ เนื่องจากเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองในขณะที่อยู่บ้าน ช่วยให้ระยะเวลาในการบรรยาย ในห้องเรียนน้อยลง เพิ่มเวลาในการทำกิจกรรมในห้องเรียนมากขึ้น (วิจารณ์ พานิช, 2556; สุรศักดิ์ ปาเฮ, 2556) แต่ปัญหาสำคัญที่พบ คือ เมื่อนักเรียนต้องศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเองในขณะที่อยู่บ้านจากแหล่งและสื่อเรียนรู้ต่าง ๆ ทำให้นักเรียน

ขาดแรงจูงใจในการเรียนไม่สามารถกำกับตนเองได้ (จินตวีร์ คล้ายสังข์, 2555; สุพัตรา อุตมัง, 2558) ผู้วิจัยจึงนำเกมิฟิเคชันมาเป็นส่วนเสริมในการสร้างแรงจูงใจในแก่นักเรียน (ชนัตถ์ พูนเดช และธนิตา เลิศพรกุลรัตน์ 2559; นครินทร์ สุกใส, 2560; นลิน คำแน่น, 2562) ในการวิจัยเชิงทดลองมีความจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบการทดลองที่มีการควบคุมอย่างเคร่งครัด ต้องสามารถควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนได้ ผลของการวิจัยต้องมาจากตัวแปรที่ใช้ทดลองอย่างถ่องแท้ การวัดผลก่อนเรียนก็ถือเป็นตัวแปรที่สามารถส่งผลต่อตัวแปรตาม และทำให้ผลการวิจัยเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีการนำแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชันมาใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เปรียบเทียบกับวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ โดยที่มีการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียน ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนด้วยแบบแผนการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอนซึ่งมีกรอบแนวคิด ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดผลก่อนเรียนที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน และนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชัน ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังประเด็นต่อไปนี้

1. การคิดเชิงคำนวณ (Computation thinking)
    1.1 ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ
    1.2 ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ
    1.3 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ
    1.4 การวัดและประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ
    1.5 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
    1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ
2. ความสามารถในการเขียนโปรแกรม
    2.1 การเขียนโปรแกรม
    2.2 หลักการเขียนโปรแกรม
    2.3 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม
    2.4 รูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรม
    2.5 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม
    2.6 ความสามารถในการเขียนโปรแกรม
    2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเขียนโปรแกรม
3. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning)
    3.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    3.2 ลักษณะของการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    3.3 ขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    3.4 บทบาทของนักเรียนและผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    3.5 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
    3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4. การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Learning)

4.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน

4.2 องค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้าน

4.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนกลับด้าน

5. แนวคิดเกมิฟิเคชัน (Gamification)

5.1 ความหมายของแนวคิดเกมิฟิเคชัน

5.2 ประเภทของแนวคิดเกมิฟิเคชัน

5.3 องค์ประกอบของแนวคิดเกมิฟิเคชัน

5.4 การประยุกต์ใช้แนวคิดเกมิฟิเคชันด้านการจัดการเรียนการสอน

5.5 ขั้นตอนการพัฒนาเกมิฟิเคชัน

5.6 ประโยชน์ของแนวคิดเกมิฟิเคชัน

5.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเกมิฟิเคชัน

6. แนวคิดที่เกี่ยวกับแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน (The Solomon Four-Group Experiment)

6.1 การทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

6.2 ลักษณะของแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

6.3 รูปแบบการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

6.4 วิธีดำเนินการของแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

6.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

6.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

1. การคิดเชิงคำนวณ (Computation thinking)

1.1 ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ (Computation thinking)

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการคิดเชิงคำนวณไว้โดยมีรายละเอียดที่สอดคล้องกันดังนี้

Wing (2006) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณมีความสอดคล้องกับกระบวนการในการออกแบบระบบของการแก้ปัญหา และมีการทำความเข้าใจกับการแสดงออกทางพฤติกรรมของมนุษย์ โดยซึ่งมีหลักคิดพื้นฐานมาจากวิทยาการคอมพิวเตอร์

Wing (2011) กล่าวถึง ความหมายของการคิดเชิงคำนวณไว้เป็นส่วนขยายเพิ่มเติมว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นกระบวนการคิดที่มีความเกี่ยวข้องกับการกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อให้มนุษย์หรือคอมพิวเตอร์สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Aho (2012) นิยาม การคิดเชิงคำนวณไว้ว่า เป็นกระบวนการที่มีความเกี่ยวข้องกับการกำหนดปัญหา โดยกระบวนการแก้ปัญหานั้นสามารถแสดงออกมาเป็นลำดับขั้นตอนได้

สมาคมครูวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science Teachers Association) และสมาคมเทคโนโลยีการศึกษานานาชาติ (International Society for Technology in Education) ได้ให้คำนิยามเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณไว้ว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นทักษะกระบวนการแก้ปัญหารวมไปถึงการกำหนดปัญหาในรูปแบบที่มีคอมพิวเตอร์หรือเครื่องมืออื่นๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา ดำเนินการและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีเหตุผล ใช้ตรรกะในการนำเสนอข้อมูลในเชิงแนวคิดนามธรรม การแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบตามขั้นตอน วิเคราะห์และระบุแนวทางการแก้ปัญหาให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และประยุกต์ใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่เคยใช้ไปสู่ปัญหารูปแบบอื่นๆ (CSTA& ISTE, 2011)

บัญญพนต์ พลูสวัสดิ์ และพนมพร ดอกประโดน (2559) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการทางความคิดที่มีการใช้ทักษะและวิธีการเพื่อแก้ไขปัญหา ตัวอย่างเช่น นักพัฒนาซอฟต์แวร์หรือวิศวกรซอฟต์แวร์ นำมาประยุกต์ใช้ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งโดยที่แก่นแท้ของการคิดเชิงคำนวณ คือ กระบวนการในการแก้ปัญหาที่เป็นระบบมีลำดับขั้นตอน โดยที่เป็นเรื่องที่สาขา หรือสายอาชีพอื่นๆ สามารถนำหลักคิดในเรื่องของการลำดับขั้นตอนไปแก้ปัญหาในลักษณะเชิงนามธรรมได้

อัจฉราวรรณ กัลาณสิทธิ์ (2561) กล่าวว่า แนวคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking : CT) เป็นกระบวนการคิดที่ต้องใช้ทักษะในการแก้ไขปัญหา โดยที่แก่นแท้ คือการแก้ปัญหาโดยใช้ลำดับขั้นตอนที่ถูกต้อง ที่สามารถนำหลักคิดไปใช้ในการแก้ปัญหาเชิงนามธรรมได้

ชนินทร เฉลิมสุข และอภิชาติ คำปลิว (2562) กล่าวว่า แนวคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) คือ แนวคิดในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนกระบวนการที่ชัดเจน โดยกระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้เป็น กระบวนการที่ทั้งมนุษย์และคอมพิวเตอร์สามารถ

เข้าใจร่วมกันได้ ซึ่งแนวคิดเชิงคำนวณมีความจำเป็นต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ และยังนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตได้เช่นกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) กล่าวว่า แนวคิดเชิงคำนวณ (computational thinking) เป็นการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อให้ได้แนวทางการหาคำตอบอย่างเป็นขั้นตอน ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยบุคคลหรือคอมพิวเตอร์อย่างถูกต้อง และแม่นยำ ซึ่งเรียกว่า อัลกอริทึม ทักษะการใช้แนวคิดเชิงคำนวณจึงสำคัญต่อการแก้ปัญหา ช่วยให้สามารถสื่อสารแนวคิดกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงช่วยพัฒนาพื้นฐานในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล (2563) กล่าวว่า แนวคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อให้ได้แนวทางหาคำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยบุคคลหรือคอมพิวเตอร์อย่างถูกต้อง การคิดเชิงคำนวณเป็นทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาในหลายลักษณะ เช่น การลำดับขั้นตอนในเชิงตรรกศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างวิธีการแก้ปัญหาทีละขั้นตอนอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งการแบ่งปัญหาเพื่อช่วยในการรับมือกับปัญหาที่ซับซ้อน หรือมีรูปแบบเป็นคำถามปลายเปิด ซึ่งวิธีคิดเชิงคำนวณ จะช่วยทำให้ปัญหาที่ซับซ้อนเข้าใจได้ง่ายขึ้น เป็นทักษะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อทุก ๆ สาขาวิชา และทุกเรื่องในชีวิตประจำวันซึ่งไม่จำกัดอยู่เพียงการคิดให้เหมือนคอมพิวเตอร์ แต่เป็นกระบวนการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์ เพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานและช่วยแก้ปัญหาตามที่เราต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลัทธพล ด่านสกุล และวันวิสา ด่านสกุล (2563) กล่าวว่า แนวคิดเชิงคำนวณ เป็นการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างเป็นระบบด้วยเหตุผลอย่างที่เป็นขั้นตอนเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ทั้งปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน และปัญหาทางด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จากคำนิยามของการคิดเชิงคำนวณสามารถสรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณหมายถึงกระบวนการ ที่เกี่ยวข้องกับแก้ปัญหา โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ปัญหา วางแผน การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน เพื่อให้ได้รูปแบบและแนวทางในการแก้ปัญหาที่ทั้งมนุษย์และคอมพิวเตอร์สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีความจำเป็นที่จะต้องจัดการศึกษาเพื่อให้มีความสอดคล้องกับประเทศไทยยุค 4.0 ที่นักเรียนต้องมีทักษะในศตวรรษที่ 21 และการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นทักษะที่สำคัญทักษะหนึ่งที่ทุกคนจำเป็นต้องพัฒนาขึ้น เพราะเป็นทักษะที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะเสริมศักยภาพอื่น ๆ ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งกระบวนการคิดนี้มีการส่งเสริมโดยใช้การเขียนโปรแกรมเป็นหลัก เพื่อให้นักเรียนเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาโดยคอมพิวเตอร์

และเพื่อพัฒนาตรรกะและทักษะในการแก้ปัญหา ดังนั้นจึงต้องมีการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการคิดที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ภาสกร เรืองรอง และคนอื่น ๆ, 2561)

การคิดเชิงคำนวณเป็นทักษะประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญต่อนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ในเรื่องของการวิเคราะห์ปัญหาหลัก โดยมีการสังเกตรูปแบบของปัญหา และสถานการณ์เพื่อกำหนดแนวทางที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งการคิดเชิงคำนวณนั้นเป็นแนวคิดหลักสำคัญในการพัฒนาโปรแกรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และการแก้ไขปัญหาด้านตรรกะศาสตร์ (บัญญพนต์ พลูสวัสดิ์ และพนมพร ดอกประโดน, 2559)

การคิดเชิงคำนวณ เป็นแนวคิดที่มีความสำคัญกับทักษะทางด้านคอมพิวเตอร์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาและการคิดรูปแบบระบบที่มีความซับซ้อน เป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม และควรมีการพัฒนาทักษะเหล่านี้ตั้งแต่เด็กระดับประถมศึกษา (Francisco Buitrago Flórez, 2017)

การคิดเชิงคำนวณไม่จัดว่าเป็นทักษะใหม่ แต่หากเพิ่งได้รับความสนใจในวงการศึกษาในช่วงสิบกว่าปีที่ผ่านมา ในอดีตการคิดเชิงคำนวณเป็นทักษะเฉพาะของคนในแวดวงที่ทำงานเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ แต่ในปัจจุบันทักษะนี้นับว่าเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับนักเรียน ทุกคนตั้งแต่ระดับประถมศึกษา(อาทร นกแก้ว และ สุภารัตน์ เชื้อโชติ, 2563)

จากการกล่าวถึงความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ สามารถสรุปได้ว่า เป็นทักษะจำเป็นที่ควรให้เกิดแก่นักเรียนทุกคน ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา เนื่องจากสามารถทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดที่มีระเบียบแบบแผน อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เกิดกระบวนการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาด้านตรรกะหรือปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21

1.3 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ

อัจฉราวรรณ กัลาณสิทธิ์ (2561) กล่าวว่า กระบวนการแนวคิดเชิงคำนวณประกอบด้วย 4 ประเด็น

1) การแบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย (Decomposition) คือ การลงลึกเพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบย่อยเพื่อศึกษาความซับซ้อนของผลลัพธ์หรือปัญหา

2) การมองหารูปแบบปัญหา (Pattern Recognition) คือ การมองหารูปแบบของปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ

3) การคิดเชิงนามธรรม การสรุปและการสร้างรูปแบบ (Abstraction and Pattern Generalization) คือ การมองภาพรวมเพื่อนิยามสิ่งที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อย

4) การออกแบบขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา (Algorithm Design) คือ การออกแบบลำดับการทำงานที่สามารถสร้างรูปแบบการทำงานให้สั้นที่สุด และเกิดผลลัพธ์ตามที่กำหนด ซึ่งเป็นรูปแบบที่สำคัญที่สุด

ชนินทร เฉลิมสุข และอภิชาติ คำปลิว (2562) กล่าวว่า แนวคิดเชิงคำนวณประกอบด้วย 4 ข้อดังนี้

1) แนวคิดการแยกย่อย (Decomposition) เป็นการแตกปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย โดยที่ปัญหานั้นจะเล็กลง เพื่อให้สามารถจัดการกับปัญหาในแต่ละส่วนได้ง่ายขึ้น

2) แนวคิดการหารูปแบบ (Pattern Recognition) เป็นการกำหนดรูปแบบที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันจากปัญหาแต่ละส่วนต่างๆ กล่าวคือ ปัญหาย่อยแต่ละปัญหานั้น สามารถใช้ลักษณะในการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกันได้

3) แนวคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การคิดเชิงนามธรรมหรือแนวคิดรวมยอดของปัญหาซึ่งเป็นการกำหนดหลักการทั่วไป มุ่งเน้นเฉพาะส่วนที่สำคัญของปัญหา ไม่สนใจรายละเอียดที่ไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา

4) แนวคิดการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) การออกแบบลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยการใช้แนวคิดการออกแบบขั้นตอนวิธี เป็นแนวคิดที่สามารถนำไปประยุกต์ในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้

ชาญวิทย์ ศรีอุดม (2561) กล่าวว่า องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ มี 4 ข้อ ดังนี้

1) การย่อยปัญหา (Decomposition) หมายถึงการย่อยปัญหาที่มีความซับซ้อนแบ่งออกเป็นส่วนเล็ก ๆ เพื่อให้การแก้ปัญหาง่ายขึ้น

2) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) เมื่อเราสามารถแยกปัญหาออกเป็นส่วนเล็กๆ ได้ ขั้นตอนต่อไปคือการหาคุณลักษณะหรือรูปแบบที่เหมือนกันของปัญหาเล็ก ๆ ที่ถูกย่อยออกมา

3) ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction) คือกระบวนการที่เน้นไปที่สิ่งสำคัญในข้อมูลและเอาส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออก เพื่อให้สามารถตั้งใจหรือเน้นสิ่งที่เป็นส่วนสำคัญที่เราต้องการทำ เช่น แม้ว่าแมวแต่ละตัวจะมีรูปร่างเหมือนกัน แต่ยังมีลักษณะรูปแบบบางอย่างเฉพาะที่ยังมีความต่างกัน

4) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm Design) คือกระบวนการสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน หรือกำหนดหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาขึ้นมา เพื่อให้สามารถดำเนินตามได้ทีละขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562, น. 5-23) กล่าวว่า แนวคิดเชิงคำนวณมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ได้แก่

1) การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (decomposition) เป็นวิธีการแยกปัญหาที่มีความซับซ้อนให้เป็นปัญหาย่อยที่เล็กลงและไม่ซับซ้อนมาก เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาง่ายขึ้น

2) การพิจารณารูปแบบ (pattern recognition) เป็นกระบวนการวิเคราะห์หาความเหมือนหรือความคล้ายคลึงกันของปัญหาที่แตกย่อยออกมา หรือมีความคล้ายคลึงกับปัญหาอื่น ที่มีผู้อื่นออกแบบวิธีการแก้ไขไว้ก่อนแล้ว

3) การคิดเชิงนามธรรม (abstraction) เป็นการนำเอาสิ่งที่สำคัญและจำเป็นต่อการแก้ปัญหาออกจากรายละเอียดปลีกย่อยที่ไม่จำเป็น หรือเป็นกระบวนการรวบรวมรายละเอียดปลีกย่อยหลายขั้นตอนมาเป็นขั้นตอนใหม่เพียงขั้นตอนเดียว

4) การออกแบบอัลกอริทึม (algorithm) คือกระบวนการที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อหาคำตอบโดยที่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ได้โดยบุคคลหรือคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขปัญหา

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล (2563) กล่าวว่า แนวคิดเชิงคำนวณมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ได้แก่

1) การแบ่งปัญหาใหญ่ เป็นปัญหาย่อย (Decomposition) เป็นหนึ่งในวิธีการคิดรูปแบบในการแก้ปัญหาของแนวคิดเชิงคำนวณ โดยการแยกปัญหาหรืองานออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้ง่ายต่อการจัดการ การแตกปัญหาที่ซับซ้อนเป็นปัญหาย่อยที่มีขนาดเล็กลงและซับซ้อนน้อยลง จะช่วยให้การวิเคราะห์และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเป็นเรื่องง่ายขึ้น นอกจากนี้ การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ยังเหมาะสมกับการใช้วิธีการแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อยเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจและจัดการกับโค้ด

2) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) เป็นกระบวนการที่พัฒนาขึ้นเพื่อหาขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ทั้งให้ผู้ใช้หรือคอมพิวเตอร์สามารถนำไปปฏิบัติตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาเครื่องมือหรือแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ของการแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบ

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นส่วนหนึ่งของแนวคิดเชิงคำนวณที่ใช้กระบวนการคัดแยกคุณลักษณะที่สำคัญจากรายละเอียดปลีกย่อยในปัญหา หรืองานที่กำลังพิจารณาและนำมาสร้างข้อมูลที่เพียงพอและจำเป็นต่อการแก้ปัญหา

4) การพิจารณารูปแบบ (Pattern Recognition) เป็นการหารูปแบบซึ่งเป็นทักษะการหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง แนวโน้ม และลักษณะ ทั่วไปของสิ่งต่าง ๆ โดยทั่วไปแล้วนักเรียนจะเริ่ม

พิจารณาปัญหาหรือสิ่งที่สนใจ จากนั้นอาจใช้ทักษะการแยกส่วนประกอบทำให้ได้องค์ประกอบภายในอื่น ๆ แล้วจึงใช้ทักษะการหารูปแบบเพื่อสร้างความเข้าใจระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น อาจจะสังเกตจากปัญหาที่เคยพบเจอมาก่อน ถ้าหากพบว่ามีลักษณะของปัญหาที่เหมือนหรือคล้ายกันก็สามารถนำวิธีการดังกล่าวนั้นมาประยุกต์ใช้ได้ และพิจารณาจากรูปแบบปัญหาย่อยที่อยู่ภายในปัญหาลักษณะเดียวกันว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อนำวิธีการแก้ปัญหาเดียวกันมาใช้ร่วมกัน ทำให้สามารถจัดการกับปัญหาได้ง่าย และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ลัทธพล ด่านสกุล และวันวิสา ด่านสกุล (2563, น. 8-36) กล่าวว่า แนวคิดเชิงคำนวณประกอบไปด้วย 4 ข้อดังนี้

1) การแจกแจง (Decomposition) เป็นการแบ่งปัญหาที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนย่อย ๆ ซึ่งจะทำให้ปัญหาที่กำลังพิจารณาจัดการได้ง่ายขึ้น แก้ปัญหาได้ตรงประเด็น และครอบคลุมปัญหามากยิ่งขึ้น

2) การคิดหารูปแบบ (Pattern Recognition) เป็นการสังเกตสิ่งที่คล้ายคลึงกันทั้งในลักษณะการทำงานหรือพฤติกรรม ซึ่งสิ่งที่มีรูปแบบเดียวกันมีแนวโน้มที่จะใช้แนวคิดเดียวกัน ในการอธิบายทำให้ลดจำนวนของปัญหาและลดระยะเวลาในการทำงานได้

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นกระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยการคัดเลือกสิ่งที่จำเป็นต่อปัญหาไว้ และคัดเลือกสิ่งที่ไม่จำเป็นต่อปัญหาออกไป ซึ่งทำให้เหลือเฉพาะส่วนที่สำคัญและจำเป็นต่อปัญหาเท่านั้น โดยในขั้นตอนนี้จะทำให้กรอบของปัญหาแคบลงและมีความชัดเจนขึ้น ทำให้แก้ปัญหาได้ตรงจุดมากยิ่งขึ้น

4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นการถ่ายทอดความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือการทำงาน ซึ่งสามารถนำแนวคิดที่ออกแบบไปปฏิบัติตามและสามารถศึกษาในภายหลังได้

จากการศึกษาองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถของนักเรียนในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นลำดับ เป็นขั้นตอนที่ชัดเจนที่ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (decomposition) 2) การคิดหารูปแบบ (Pattern Recognition) 3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) 4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm)

1.4 การวัดและประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ

สำหรับแนวทางในการวัดการคิดเชิงคำนวณนั้น มีการวัดผลและประเมินความสามารถในการคิดเชิงคำนวณในหลายรูปแบบ ดังต่อไปนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวถึง การวัดและประเมินผลในเรื่องวิทยาการคำนวณ ถือเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญและจำเป็น ต่อการจัดการเรียนรู้ผลการประเมินแสดงถึงพัฒนาการในการเรียนรู้และสามารถนำมาใช้ตัดสิน ผลการเรียนได้ด้วย การประเมินนักเรียนควรเป็นการประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) ที่สอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตร คุณภาพนักเรียน มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด การวัดและประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ต้องเลือกใช้ เครื่องมือวัดที่เหมาะสม มีคุณภาพ ดำเนินการด้วยวิธีที่ถูกต้องและหลากหลาย รวมทั้งพิจารณา ถึงความแตกต่างของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และแต่ละระดับ ซึ่งจำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) การประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ (Formative Assessment) และ 2) การประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ (Summative Assessment) ดังนี้

1. การประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ (formative assessment) คือการ ติดตาม ตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียนระหว่างที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ข้อมูลไปพัฒนา นักเรียน และปรับปรุงวิธีการสอนต่อไป การวัดและประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ทำได้ หลายรูปแบบ ดังนี้

1.1 การประเมินตนเอง (self-assessment) เปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบความก้าวหน้าของตนเองและประเมินผลเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่กำหนด ในลักษณะ ของการสะท้อนตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ของตนเอง เช่น การเขียนผังความคิด การเขียนผังมโนทัศน์ การเขียนรายงาน การเขียนบล็อก การสร้างวีดีทัศน์การทำแบบประเมินตนเอง

- การเขียนบล็อก เป็นการให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ทำ สิ่งที่ได้เรียนรู้และสิ่งที่ควรปรับปรุงในการทำงานแต่ละครั้ง ความก้าวหน้าในการเรียนเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่วางไว้ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นวิธีคิด พัฒนาการ หรือปัญหาที่เกิดขึ้น ในระหว่างเรียน

- การใช้แบบประเมินตนเอง เพื่อประเมินความรู้และทักษะในด้านใดด้านหนึ่ง เช่น ทักษะการเขียนโปรแกรม โดยมีการกำหนดหัวข้อการประเมิน และเกณฑ์ การให้คะแนนที่ชัดเจน ซึ่งนักเรียนจะใช้ตรวจสอบประเมินทักษะของตนเอง ทำให้รู้จุดเด่นและจุดที่ต้องปรับปรุง ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมองเห็นแนวทางในการพัฒนาตนเองได้

- การเขียนผังมโนทัศน์เป็นการเขียนเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวน ตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาของแต่ละบทเรียนด้วยตนเอง โดยนำผังมโนทัศน์ที่นักเรียน เขียนขึ้นมาเทียบกับผังมโนทัศน์ที่ผู้สอนสร้างไว้

1.2 การประเมินโดยเพื่อน (peer-assessment) เป็นการร่วมกันอภิปราย การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาผลงาน ตนเองจากความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถใช้เครื่องมือออนไลน์ช่วยในการร่วมกันประเมิน เช่น ชุมชนออนไลน์เว็บบล็อก

ตัวอย่างของการประเมินโดยเพื่อน เช่น ให้นักเรียนเขียนโปรแกรม Scratch แล้วแบ่งปันผลงานใน ชุมชนออนไลน์ เปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ทำให้นักเรียนได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เกิดการเรียนรู้และปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น

1.3 การใช้คำถาม การพัฒนาทักษะและความเข้าใจในสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ควรจัดการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์โดยใช้การตั้งคำถามให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ เช่น การใช้คำถาม “เพราะเหตุใด” หรือ “อย่างไร” เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งให้เหตุผลอย่างอิสระ ตัวอย่างคำถาม เช่น “เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของนักเรียนอย่างไร” “เพราะเหตุใดจึงคิดที่จะสร้างชิ้นงานนี้ และจะสร้างชิ้นงานนี้อย่างไร” “มีวิธีการอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่ และทำอย่างไร”

1.4 การใช้กลวิธี KWL (know, want to know, learned) เป็นกลวิธีที่ให้นักเรียนสรุปตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คำถามว่า นักเรียนรู้อะไร อยากรู้อะไร และได้ เรียนรู้อะไรไปแล้ว เพื่อให้นักเรียนประเมินตนเอง และผู้สอนนำข้อสรุปไปเตรียมและปรับปรุง การสอนในบทเรียนต่อไป

2. การประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ (summative assessment) คือ การประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ของนักเรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนด้วยการเปรียบเทียบ กับมาตรฐานที่กำหนดไว้ ภายใต้กรอบการประเมินทั้งด้านความรู้ ทักษะและเจตคติเพื่อตัดสิน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและอาจใช้เสนอแนะแนวทางการศึกษาต่อ ในการตัดสินผลการเรียน อาจใช้คะแนนสอบร่วมกับผลการประเมินจากเครื่องมืออื่น ๆ เช่น แฟ้มสะสมผลงาน ชิ้นงาน โครงงาน

2.1 การประเมินจากแฟ้มสะสมผลงาน (learning portfolio) แฟ้มสะสม ผลงานเป็นเอกสาร ที่รวบรวมผลงาน รายงาน ชิ้นงาน ที่เป็นผลผลิตซึ่งเกิด ขึ้นระหว่างการเรียน ซึ่งสามารถนำไปประกอบการประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ได้

2.2 การวัดตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบ เป็นการวัดผลนักเรียนด้วยแบบทดสอบ ที่มีลักษณะคำถามปลายเปิดหรือปลายปิด หรือทั้ง 2 แบบ โดยผู้สอนจัดทำแบบทดสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน พร้อมทั้งรวบรวม คะแนน จากนั้นประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน

2.3 การวัดตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จากโครงงาน หรือนวัตกรรมเป็นการวัดผลที่ให้นักเรียนพัฒนาชิ้นงานรายบุคคล หรือรายกลุ่ม เพื่อให้ได้ชิ้นงานตามความสนใจของตนเอง ผู้สอนเป็นผู้กำหนดแนวทางและเกณฑ์การวัดและประเมินผลโครงงานที่ครอบคลุมทุกด้าน รวมทั้งการประเมินพฤติกรรมการทำงานซึ่งอาจให้ประเมินด้วยตนเอง เพื่อน หรือผู้สอน

2.4 การประเมินผลจากการปฏิบัติ เป็นการประเมินผลโดยกำหนดโจทย์หรือสถานการณ์ให้นักเรียนปฏิบัติโดยผู้สอนกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสมและมีการวัดอย่าง

ต่อเนื่อง เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติของนักเรียน แล้วตัดสินผลจากพัฒนาการในการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียน

Rob-Bot Resources (2017 อ้างถึงใน พิชญานิน ศิริหล้า, 2561) ได้นำทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม มาใช้ ในการวัด ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณโดยแบ่งออกเป็น ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งในแต่ละขั้นจะเชื่อมโยงกับทักษะทางการคิดเชิงคำนวณ ดังตาราง 1

ตาราง 1 แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom

CT Bloom's	การแบ่งแยกส่วนของปัญหา	การจัดรูปแบบของปัญหา	การกำหนดสาระสำคัญของปัญหา	การออกแบบอัลกอลิทึม
ความรู้	แยกรายการ ชื่อ สถานะได้	จับคู่หาความสัมพันธ์ของรูปแบบบได้	กำนดโครงร่างรู้จุดเน้นของปัญหา	การทำซ้ำ
ความเข้าใจ	แยกประเภท ค้นหา แยกแยะได้	เปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบได้	อธิบายความสำคัญของปัญหา และสรุปออกมาได้	สามารถบรรยายอธิบายและตีความได้
การนำไปใช้	ค้นพบและตรวจสอบได้	ตีความรูปแบบและนำไปใช้ได้	วิเคราะห์ความสำคัญและปรับเปลี่ยน	สาธิตการทำงานของอัลกอริทึม
การวิเคราะห์	แบ่งย่อยปัญหาและลลายโครงสร้างได้	เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของรูปแบบและนำไปจัดระเบียบ	ประเมินความสำคัญของปัญหาเป็นรูปแบบต่างๆ	ดำเนินการแก้ปัญหาโดยผ่านอัลกอลิทึม
การสังเคราะห์	ประเมินปัญหาที่แยกแยะออกมาและเปรียบเทียบคุณภาพได้	วิจารณ์ความแตกต่างของรูปแบบและนำไปทดสอบ	สะท้อนปัญหาโดยการสรุป อภิปราย และหาแนวทางแก้ไข	ยกตัวอย่างโครงการแก้ปัญหาผ่านอัลกอลิทึม

ตาราง 1 (ต่อ)

CT Bloom's	การแบ่งแยกส่วนของปัญหา	การจัดรูปแบบของปัญหา	การกำหนดสาระสำคัญของปัญหา	การออกแบบอัลกอลิทึม
การประเมินค่า	จัดโครงสร้างใหม่และตรวจสอบได้	จำแนกประเภทของรูปแบบแล้วนำไปจัดรูปแบบใหม่ได้	จำลองความสำคัญของปัญหา ออกมาให้เห็นเป็นรูปธรรม	ทำนายผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาโดยอัลกอลิทึม

ที่มา: Robot Resources (2018, April). Computational Thinking Poster: Blooms Taxonomy and Computational Thinking. https://robbotresources.com/free-resources-ii.

และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดประเมินการคิดเชิงคำนวณ สามารถสรุปได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 การวัดและประเมินที่ใช้สำหรับวัดการคิดเชิงคำนวณ

ชื่อผู้วิจัย/ปีที่เผยแพร่	**รูปแบบการวัด**		**เครื่องมือที่ใช้**			**เกณฑ์การให้คะแนน**	
	การประเมิน	**การทดสอบ**	**แบบทดสอบแบบปรนัย**	**แบบทดสอบแบบอัตนัย**	**แบบประเมิน**	**แบบรูบริค**	**แบบ 0-1**
พิชญ์ อำนวยพร (2562)	✓				✓	✓	
วิรุฬ สิทธิเขตรกรณ์ และสุรีย์พร สว่างเมฆ (2564)	✓			✓			✓
ชววรรณ แปงการิยา และวนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2564)		✓		✓		✓	
พิเชฐ ศรีสังข์งาม และชัยยศ เดชสุระ (2564)		✓	✓				✓

ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย/ปีที่เผยแพร่	รูปแบบการวัด		เครื่องมือที่ใช้			เกณฑ์การให้คะแนน	
	การประเมิน	การทดสอบ	แบบทดสอบแบบปรนัย	แบบทดสอบแบบอัตนัย	แบบประเมิน	แบบรูบริค	แบบ 0-1
โชคติกา สงคราม (2562)		✓		✓		✓	
ศรายุทธ ดวงจันทร์ (2561)		✓		✓		✓	
ทวิช มณีพนา (2563)		✓		✓		✓	
พิชญานิน ศิริหล้า (2561)		✓	✓				✓
ชัยภัทร ลูกบัว (2563)		✓	✓				✓

จากนักการศึกษาและจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปว่า แนวทางการวัดผลและประเมินผลของการคิดเชิงคำนวณ ส่วนใหญ่ที่พบในงานวิจัยจะออกแบบใน 2 ลักษณะ ได้แก่ แบบวัดการคิดเชิงคำนวณแบบเลือกตอบ (Multiple Choices) และแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณแบบเขียนตอบซึ่งเป็นแบบวัดประเภทอัตนัย ในส่วนของการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนจะให้คะแนนแบบ 0-1 หรือ ตอบผิดได้ 0 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน เป็นการให้คะแนนในแบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบประเภทการเลือกตอบ (Multiple Choices) โดยให้ คะแนนเพียงสองค่าในแต่ละข้อคำถาม และการให้คะแนนในแบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัยจะให้คะแนนแบบรูบริค ซึ่งเกณฑ์ในการให้คะแนนแต่ละข้อคำถามจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานการณ์ปัญหาของแต่ละข้อคำถาม และในการสร้างคำถามส่วนใหญ่จะใช้ข้อคำถามเชิงสถานการณ์

1.5 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

ภาสกร เรืองรอง และคนอื่น ๆ (2561) กล่าวไว้ในบทความว่า ปัจจุบันมีแหล่งเรียนรู้มากมาย ที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ได้ ดังต่อไปนี้

1) Project Bloks โดยโครงการ Project Bloks ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Google เพื่อให้เด็กสามารถฝึกทักษะที่ใช้การแก้ไขปัญหา และมีความคิดที่หลากหลายในการคิดเชิงคำนวณ โดยการใช้ตัวต่อแบบ Open Hardware Platform เข้ามาช่วยแก้ปัญหาในการฝึกเขียนโปรแกรมแบบ Physical Coding Techtalkthai (2016 อ้างถึงใน ภาสกร ใหลสกุล, 2557)

2) เว็บไซต์ code.org เป็นเว็บไซต์ที่ให้นักเรียนฝึก ได้โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม แค่เปิดเว็บไซต์เท่านั้น โดยออกแบบแบบฝึกหัดให้มีรูปแบบเป็น Block programming ซึ่งเข้าใจได้ง่ายมากกว่าการเขียนด้วยโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ เพราะ block programming มีรูปแบบเหมือนการต่อจิ๊กซอว์ บล๊อคแต่ละชิ้นมีสีสันที่แตกต่างกันที่หมายความถึงรูปแบบการเขียนหรือโครงสร้างของโปรแกรมที่แตกต่างกัน ทำให้ไม่ต้องสนใจกับไวยากรณ์อันซับซ้อนของตัวภาษา แต่เน้นไปที่การพัฒนาตรรกะ และทักษะในการแก้ปัญหาของนักเรียนซึ่งเมื่อนักเรียนเคยชิน กับโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมและเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้คอมพิวเตอร์แล้ว ก็จะทำให้สามารถเปลี่ยนไปเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่นๆ ได้ โดยง่าย Thanathani (2014 อ้างถึงใน ภาสกร ใหลสกุล, 2557)

3) CodeCombat เป็นแพลตฟอร์มแก่นักเรียน ในการเรียนรู้วิทยาการคอมพิวเตอร์ในขณะที่เล่นผ่าน เกมจริง เป็นหลักสูตรที่มีการสอนโดยเฉพาะเพื่อให้มี ความโดดเด่นในห้องเรียน แก่ครูผู้ให้ความรู้ ที่มีประสบการณ์ในเรื่องเขียนโปรแกรมเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีเลย โดยมีหลักสูตร JavaScript และ Python หลักสูตรการพัฒนาเว็บไซต์ HTML, CSS และ jQuery Codecombat (2018 อ้างถึงใน ภาสกร ใหลสกุล, 2557)

4) Blockly คือ เครื่องมือพัฒนาโปรแกรมแบบวิชวล (Visual) โดยใช้สัญลักษณ์ภาพแบบ จิ๊กซอว์ แทนคำสั่ง มาเรียงต่อกันตามเงื่อนไขที่ต้องการ พัฒนาโดย Google for Education แล้วเปิดให้ทดลองใช้ (Try Blockly) บนเว็บของกูเกิ้ล หรือนักพัฒนาจะดาวน์โหลดไปติดตั้งบนเว็บไซต์ของตนเองเพื่อพัฒนาต่อยอดได้ Rujjanapan (2015 อ้างถึงใน ภาสกร ใหลสกุล, 2557)

ศรายุทธ ดวงจันทร์ (2561) กล่าวไว้ในงานวิจัยโดยการศึกษาจากนักวิชาการหลายท่าน ซึ่งกล่าวว่า การออกแบบแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียน โดยมีแนวทางที่สำคัญดังนี้

1) การจัดการเรียนรู้โดยการเขียนโปรแกรมเกมหรือหุ่นยนต์ (Programming Game or Robot) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมและหุ่นยนต์ควบคู่กับการเขียนหรือสร้างคำสั่งให้ คอมพิวเตอร์ทำงานให้ได้ตามที่ต้องการด้วยภาษาที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้ แนวคิดวิทยาการคอมพิวเตอร์และฝึกฝนการคิดเชิงคำนวณไปพร้อม ๆ กัน การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เหมาะสมกับสาระ

วิชาที่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนรู้ และโรงเรียนที่มีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยี Weinberg (2013 อ้างถึงใน ศรายุทธ ดวงจันทร์, 2561)

2) การจัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณแบบถอดสาย (Computational Thinking Unplugged Activities) เป็นการจัดการเรียนรู้ในแวดวงวิทยาการคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง โดยไม่ใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ ไฟฟ้า อินเทอร์เน็ต คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนานักเรียนให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณโดยเฉพาะ ซึ่งแต่ละกิจกรรมจะส่งเสริมความสามารถในแต่ละด้านของการคิดเชิงคำนวณ เช่น การแยกส่วนประกอบ (Decomposition Activity) ในกิจกรรมนี้นักเรียนจะได้จำแนกปัญหาตามที่ครูจัดเตรียมไว้ในใบงาน และเขียนลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาตามหัวข้อที่ได้รับซึ่งกิจกรรมนี้ออกแบบมาเพื่อส่งเสริมความสามารถทางด้านการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) การใช้ขั้นตอนวิธี (Algoritms) เป็นต้น โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ เหมาะสำหรับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา Brackmann et al (2017 อ้างถึงใน ศรายุทธ ดวงจันทร์, 2561)

3) การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การเขียนโปรแกรมผ่านกระดาษ (Paper and Pencil Programming Strategy) เป็นวิธีการสอนในวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่สอนนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเขียนแผนผัง (Diagrams) การเขียน สัญลักษณ์หรือรูปแทน (Symbols) การสร้างแผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flowcharts) หรือวิธีอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการเขียนลงกระดาษ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การสร้างการนำไปใช้หรือทดสอบ และการแก้ไขข้อบกพร่อง โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เหมาะสมกับนักเรียนระดับอุดมศึกษา Kim et al (2013 อ้างถึงใน ศรายุทธ ดวงจันทร์, 2561)

4) การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยมีการเชื่อมโยงสถานการณ์เข้ากับองค์ความรู้จากนั้น ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนตามกระบวนการเชิงวิศวกรรม โดย Palts and Pedaste (2015 อ้างถึงใน ศรายุทธ ดวงจันทร์. 2561) กล่าวได้ว่า กระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณควรเริ่มจากการกำหนด หรือนิยามปัญหา จากนั้นจึงหาวิธีการแก้ปัญหา วางแผน และระบุวิธีแก้ปัญหาซึ่งเหมาะสำหรับการเรียนการสอนในสาขาวิทยาศาสตร์ โดยมีการผสมผสานสาระวิชาเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศกรรมศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน

สำหรับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ สามารถสรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณมีหลาหลายรูปแบบซึ่งทั้งที่ใช้คอมพิวเตอร์/อุปกรณ์ทางเทคโนโลยีหรือไม่ใช้ก็ได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาทักษะการคิด

เชิงคำนวณนั้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้การในการจัดการเรียนการสอนในสาขาวิชาอื่น ๆ ได้แต่ในการนำแนวทางต่าง ๆ ไปใช้นั้นจำเป็นจะต้องคำนึงถึงช่วงวัยของนักเรียนประกอบร่วมด้วย

และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสามารถสรุปได้ ดังตาราง 3

ตาราง 3 การจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ

ชื่อผู้วิจัย	การจัดการเรียนรู้	รายวิชาที่จัดการเรียนรู้
ศรายุทธ ดวงจันทร์ (2561)	การใช้แนวสะเต็มศึกษาในวิชาฟิสิกส์	รายวิชาฟิสิกส์
พิชญานิน ศิริหล้า (2561)	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางฉันทศึกษา	รายวิชาฉันทศึกษา
นลิน คำแน่น (2562)	รูปแบบการเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานละเกมมิฟิเคชัน	รายวิชาวิทยาการคำนวณ
พิชญ์ อำนวยพร (2562)	สื่อการเรียนรู้ประเภทเกม โดยใช้กลยุทธ์เกมมิฟิเคชั่น	รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)
โชคติกา สงคราม (2562)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	รายวิชาคณิตศาสตร์
ทวิช มณีพนา (2563)	การใช้ชุดการทดลองวิทยาศาสตร์	รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
(มะยุรีย์ พิทยาเสนีย์ ทิพรัตน์ สิทธิวงศ์ และกิตติพงษ์ พุ่มพวง, 2563)	รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เกมมิฟิเคชั่นเป็นฐาน	รายวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสารการศึกษา
วีรพงษ์ จันทรเสนาและ มานิต อาษานอก (2563)	การเรียนแบบผสมผสานโดยใช้โปรแกรมเชิงจินตภาพ	รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)
ชววรรณ แปงการิยา และวนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2564)	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม	รายวิชาคณิตศาสตร์
ยุภารัตน์ พืชสิงห์ (2564)	การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์	รายวิชาคณิตศาสตร์
เพียงขวัญ แก้วเรือง (2564)	การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)
พิเชฐ ศรีสังข์งาม และชัยยศ เดชสุระ (2564)	กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม	รายวิชาวิทยาการคำนวณ
ณัฐธิดา กัลยาประสิทธิ์ (2564)	การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	รายวิชาเทคโนโลยี

จากตารางการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณมีการจัดการเรียนรู้ในหลากหลายรูปแบบ เช่น การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ การใช้ชุดกิจกรรม การใช้ปัญหาเป็นฐาน การใช้เกมเป็นฐาน การเขียนโปรแกรม ห้องเรียนกลับด้าน การสอนแบบผสมผสาน การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และสามารถนำไปจัดการเรียนการสอนร่วมกับสาขาวิชาอื่นๆ ได้

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ

นลิน คำแน่น (2562) ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเกมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสิมการคิดเชิงคำนวณ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน มีผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบดังกล่าว มีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงคำนวณ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยุภารัตน์ พืชสิงห์ (2564) ทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ ทั้ง 2 ช่วง มีคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยเท่ากับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มทั้งหมด และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยในช่วงที่ 1 เท่ากับ 3.77 และช่วงที่ 2 เท่ากับ 4.06

เพียงขวัญ แก้วเรือง (2564) ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาการคำนวณแก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 22 คน มีผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเมื่อมีการควบคุมตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิชญ์ อำนวยพร (2562) ได้ทำการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ประเภทเกม โดยใช้กลยุทธ์เกมมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 2) นักเรียนมีระดับการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับมาก 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

ณัฐธิดา กัลยาประสิทธิ์ (2564) ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลการวิจัยพบว่า ข้อมูลก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีแนวโน้มของระดับ การพัฒนาการคิดเชิงคำนวณดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง และการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับดี

ชัยภัทร ลูกบัว, ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ, และ และฤทธิชัย อ่อนมิ่ง (2564) ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลการคิดเชิงคำนวณก่อน และหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Weinan Zhao & Valerie J. Shute (2019) ทำการศึกษาเรื่อง การเล่นวีดีโอเกม ส่งผลต่อการคิดเชิงคำนวณหรือไม่ มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความรู้ และทัศนคติที่มีต่อวีดีโอเกม Penguin Go และเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 69 คน ด้วยวิธีการวิจัยแบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว มีการวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่าวีดีโอเกม Penguin Go ที่ออกแบบขึ้นสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Hatice Yildiz Durak (2020) ทำการศึกษาผลของการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการสอนการเขียนโปรแกรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่มีต่อทักษะคิดเชิงคำนวณ และทักษะการคิดไตร่ตรองในการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 110 คน ใช้การวิจัยกึ่งทดลอง แบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนโดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ 1 คือการเขียนโปรแกรม Alice และกลุ่มที่ 2 ใช้การเขียนโปรแกรม Scratch ผลการวิจัยพบว่า การสอนด้วยโปรแกรม Scratch ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมและทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาเชิงบวกได้สูงกว่าการสอนด้วยโปรแกรม Alice และการสอนด้วยโปรแกรม Scratch ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในเชิงบวก

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดเชิงคำนวณหรือความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ พบว่าในการจัดการเรียนรู้นั้นควรเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ทำกิจกรรมจนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่มีความท้าทาย ซึ่งในการเลือกวิธีในการที่จะช่วยส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณนั้น

ต้องมีการคำนึงถึงธรรมชาติของแต่ละรายวิชา ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวนั้นนักเรียนจะได้เกิดกระบวนการคิด ได้ลงมือปฏิบัติ สรุปและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากปัญหาที่พบในสถานการณ์ที่อยู่รอบ ๆ ตัว ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง ช่วยให้นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปญหาต่าง ๆ ไปใช้ในชีวิตจริงได้ แต่เนื่องจากบริบทรายวิชาวิทยาการคำนวณมีเนื้อหาค่อนข้างมากบางครั้งนักเรียนต้องฝึกปฏิบัติ เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนไม่เพียงพอผู้วิจัยจึงนำแนวคิดห้องเรียนกลับด้านมาร่วมด้วย แต่ในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีปัญหานักเรียนไม่มีแรงจูงใจในการเรียนเพราะไม่มีครูคอยควบคุม ผู้วิจัยจึงนำเกมิฟิเคชันเข้ามาช่วยในการกระตุ้นนักเรียนให้มีความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมมากขึ้น

2. ความสามารถในการเขียนโปรแกรม

2.1 ความหมายของการเขียนโปรแกรม

จารึก ชูกิตติกุล (2546) กล่าวว่า การเขียนโปรแกรมเป็นการเรียนรู้ทางทักษะของปัญญา (IntellectualSkills) โดยนักศึกษาจะต้องใช้ เวลานอกชั้นเรียนอีกมากในการฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงการเขียนโปรแกรม เพราะต้องเรียนรู้ทักษะอื่นๆ อีกด้วยและล้วนเป็นทักษะที่มีความซับซ้อน ครูที่ริเริ่มการสอนการเขียนโปรแกรมมักเข้าใจผิดว่าการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมคือการเรียนภาษาเขียน โปรแกรม (Programming Language) เช่น ภาษาเบสิก (BASIC) ภาษาปาสกาล (Pascal) และภาษาซีพลัสพลัส (C++) เป็นต้น ทั้งนี้เพราะได้รับอิทธิพลจากนักแต่งหนังสือประเภทที่มีชื่อหนังสือว่าการเขียนโปรแกรมเบสิกหรือการเขียนโปรแกรมภาษาปาสกาล ซึ่งเน้นการเรียนรู้ภาษาเกือบจะทั้งหมด

ณัฏฐ์ โอธนาทรัพย์ ชนินทร เฉลิมสุข และอภิชาต คำปลิว (2560, น. 27) กล่าวว่า การเขียนโปรแกรม คือ การเขียนชุดคำสั่งด้วยโปรแกรมที่สั่ง ให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการและถูกต้อง ซึ่งเป็นการกำหนดขั้นตอนให้กับคอมพิวเตอร์ทำงานตามลำดับ และรูปแบบที่กำหนดไว้

มนัสชัย กีรติผจญ (2563) กล่าวว่า การเขียนโปรแกรม คือ การป้อนคำสั่งเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่ต้องการ โดยคำสั่งนั้นอาจเป็นการคำนวณตัวเลข การจัดการตัวหนังสือ การเปิดไฟล์งาน หรือการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ บนอินเตอร์เน็ต โปรแกรมทั้งหมดจะใช้ชุดคำสั่งอย่างง่ายในลักษณะของบล็อกคำสั่ง (Building Block)

จากการศึกษาความหมายของการเขียนโปรแกรม คือ การเขียนคำสั่งด้วยโปรแกรมใดๆ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามความต้องการ และถูกต้อง การเขียนโปรแกรมให้ได้ดีนั้นควรเลือกใช้ภาษาโปรแกรมที่เหมาะสมรวมถึงต้องเข้าใจโครงสร้าง และไวยากรณ์ของภาษาโปรแกรมนั้น ๆ

2.2 หลักการเขียนโปรแกรม

ณัฏฐ์ โอธนาทรัพย์ ชนินทร เฉลิมสุข และอภิชาต คำปลิว (2560, น. 27-32) กล่าวว่า หลักการเขียนการเขียนโปรแกรม คือการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องเลือกใช้ภาษาโปรแกรมที่เหมาะสม รวมถึงต้องเข้าใจโครงสร้างและไวยากรณ์ของภาษาโปรแกรมนั้น ๆ หลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

1. การกำหนดและวิเคราะห์ปัญหา (Analysis the problem) ผู้เขียนโปรแกรมต้องกำหนดปัญหาและต้องทำความเข้าใจปัญหา โดยการวิเคราะห์ปัญหาซึ่งเป็นสิ่งที่นักพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควรกระทำก่อนเสมอ เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้น และค้นหาวัตถุประสงค์ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์ปัญหามีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.2 กำหนดลักษณะข้อมูลนำเข้า โดยกำหนดว่ามีข้อมูลนำเข้าอะไรบ้าง เป็นข้อมูลชนิดใด และนำเข้าอย่างไร พร้อมทั้งกำหนดตัวแปรและประเภทของตัวแปรสำหรับข้อมูลนำเข้านั้น ๆ

1.3 กำหนดลักษณะข้อมูลนำออก โดยกำหนดว่ามีข้อมูลนำออกอะไรบ้าง เป็นข้อมูลประเภทใด และนำออกอย่างไร พร้อมกำหนดตัวแปรและประเภทของตัวแปรสำหรับข้อมูลนำออกนั้น

1.4 การกำหนดวิธีการประมวลผลหรือวิธีการคำนวณ เพื่อใช้แก้ปัญหาตามวัตถุประสงค์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การแก้ปัญหานั้นมีวิธีการประมวลผลได้หลายวิธี โดยขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและผู้วิเคราะห์

2. ออกแบบโปรแกรม (Design a program) เป็นการออกแบบการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมทั้งหน้าจอการทำงานของโปรแกรม ซึ่งผู้ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาช่วยในการออกแบบได้ โดยแยกการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงานก่อนและหลังของโปรแกรม โดยสามารถเลือกเขียนได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

2.2 ภาษาธรรมชาติ (Natural Language) คือ การบรรยายขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมใด ๆ โดยใช้ภาษามนุษย์ เพื่ออธิบายถึงลำดับขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมตามลำดับการทำงานก่อนหลัง

2.3 รหัสจำลอง (Pseudo Code) รูปแบบภาษาที่มีโครงสร้างชัดเจน กระชับ เพื่อใช้อธิบายขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมใด ๆ โดยไม่ขึ้นกับภาษาโปรแกรมใดภาษาหนึ่งและสามารถแปลงรหัสจำลองเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ได้ง่าย โดยรหัสจำลองสามารถใช้รูปแบบคำสั่งที่เป็นภาษาอังกฤษ หรือภาษาไทยก็ได้ อีกทั้งสามารถใช้คำสั่งเฉพาะที่มีอยู่ในภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเขียนรหัสจำลองได้

2.4 ผังงาน (Flowchart) เป็นการใช้แผนภาพสัญลักษณ์เพื่อแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน ซึ่งช่วยลำดับแนวความคิดในการเขียนโปรแกรม เรียกว่า program flowchart เป็นวิธีที่ใช้เพราะทำให้เห็นภาพในกาทำงานของโปรแกรมซึ่งง่ายกว่าการใช้ข้อความ และเมื่อมีความผิดพลาด สามารถดูจากผังงานจะทำให้การแก้ไขหรือปรับปรุงโปรแกรมทำได้ง่ายขึ้น

3. การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) การออกแบบหน้าจอการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะต้องออกแบบให้ใช้งานง่าย สะดวก ไม่ซับซ้อน และต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้งานหลัก มีชื่อโปรแกรม ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องใส่ข้อมูลใดๆ ผ่านทางหน้าจอควรมีข้อความกำกับที่สั่น กระชับ และควรมีข้อความแสดงผลลัพธ์ที่ได้ออกมาหลังจากโปรแกรมประมวลผลแล้ว ทั้งนี้การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ดี คือการที่ผู้ใช้งานสามารถใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นได้ทันที โดยใช้คู่มือการใช้งานโปรแกรมน้อยที่สุด

4. การเขียนโปรแกรม (Coding) เป็นขั้นตอนการเขียนชุดคำสั่งด้วยภาษาโปรแกรมเพื่อพัฒนาหรือสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการ โดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เขียนจะต้องเขียนชุดคำสั่งตามโครงสร้าง (structure) และไวยากรณ์ (syntax) ของภาษาโปรแกรมซื้อคอมพิวเตอร์ที่เลือกใช้ โดยชุดคำสั่งที่ได้จากขั้นตอนการเขียนโปรแกรมนี้ เรียกว่า ซอร์สโค้ด (source code) การเขียนโปรแกรมมีขั้นตอน ดังนี้

4.1 เขียนคำสั่ง (Coding) คือ ขั้นตอนการเขียนชุดคำสั่งให้ถูกต้องตามโครงสร้างและไวยากรณ์ของแต่ละภาษาโปรแกรม

4.1.1) ให้เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ โดยภาษาโปรแกรมแต่ละภาษาจะมีโปรแกรมสำหรับแปลชุดคำสั่งเรียกว่าคอมไพเลอร์ (compiler) ติดตั้งอยู่ในภาษาโปรแกรมนั้นอยู่แล้ว และสิ่งที่ได้จากขั้นตอนการแปลภาษา คือ ไฟล์โปรแกรมที่พร้อมทำงาน

4.1. 2) แปลภาษา (Compile) คือ ขั้นตอนการแปลชุดคำสั่งจากคำสั่งที่เขียนขึ้นมา

4.1.3) สั่งให้ไฟล์โปรแกรมทำงาน (Run) คือ การเรียกใช้ไฟล์โปรแกรมให้ทำงานตามความต้องการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์พื้นฐานนั้นจะประกอบด้วยคำสั่งต่าง ๆ ดังนี้

1) คำสั่งการประกาศตัวแปร เพื่อสร้างตัวแปรสำหรับเก็บค่าต่าง ๆ เช่น ข้อมูลนำเข้าผลลัพธ์การประมวลผล เป็นต้น คำสั่งการรับค่า หรือรับข้อมูลนำเข้า เพื่อรับค่าข้อมูลไปประมวลผล

2) คำสั่งการคำนวณ หรือประมวลผลข้อมูล เพื่อนำข้อมูลที่รับเข้ามาคำนวณหรือประมวลผลต่าง ๆ

3) คำสั่งการแสดงผล หรือข้อมูลนำออก เพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล

5. การทดสอบโปรแกรม (Testing) เป็นขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมก่อนนำไปใช้งานจริง เพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถระบุความผิดพลาดของโปรแกรมได้ในกรณีที่โปรแกรมมีจุดผิดพลาดซ่อนอยู่ พร้อมทั้งดำเนินการแก้ไขจุดผิดพลาดดังกล่าว โดยการเขียนโปรแกรมที่ดีนั้น ผู้เขียนควรทำการทดสอบโปรแกรมทุกครั้ง เพื่อให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำงานได้อย่างถูกต้อง และตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งการทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องตันนั้น ผู้เขียนโปรแกรมสามารถทดสอบได้ด้วยตนเองใน 2 ลักษณะ ดังนี้

1) Black Box Testing คือ การทดสอบโปรแกรมโดยพิจารณาข้อมูลนำเข้า และความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมเป็นหลัก โดยยังไม่พิจารณาการประมวลภายในโปรแกรม เปรียบเสมือนกล่องดำที่ไม่สามารถมองเห็นสิ่งที่อยู่ภายในกล่อง

2) White Box Testing คือ การทดสอบโปรแกรมโดยพิจารณาข้อมูลนำเข้า ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม และความถูกต้องของการประมวลผลภายในโปรแกรม เปรียบเสมือนกล่องโปร่งใสที่สามารถมองเห็นสิ่งที่อยู่ภายในกล่องได้ ทำให้การทดสอบโปรแกรมลักษณะนี้มีความซับซ้อนมากกว่าการทดสอบลักษณะ Black Box Testing

จากการศึกษาหลักการเขียนโปรแกรมสามารถสรุปได้ว่า หลักการเขียนโปรแกรมมีดังนี้ 1) การกำหนดและวิเคราะห์ปัญหา เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้น และค้นหาวัตถุประสงค์ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 2) ออกแบบโปรแกรม (Design a program) เป็นการออกแบบการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา 3) การเขียนโปรแกรม (Coding) เป็นขั้นตอนการเขียนชุดคำสั่งด้วยภาษาโปรแกรม เพื่อพัฒนาหรือสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการ 4) การทดสอบโปรแกรม (Testing) เป็นขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมก่อนนำไปใช้งานจริง เพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถระบุความผิดพลาดของโปรแกรมได้ในกรณีที่โปรแกรมมีจุดผิดพลาดซ่อนอยู่

2.3 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

มนัสชัย กีรติผจญ (2563) กล่าวว่า ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหา (Problem analysis) คือ การวิเคราะห์ปัญหาตามขั้นตอนต่าง ๆ

1.1) กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน เพื่อพิจารณาว่าโปรแกรมต้องทำการประมวลผลอะไรบ้าง

1.2) พิจารณาข้อมูลนำเข้า เพื่อให้ทราบว่าจะต้องนำข้อมูลอะไรเข้าคอมพิวเตอร์ (Input) ข้อมูลมีคุณสมบัติเป็นอย่างไร ตลอดจนลักษณะและรูปแบบของข้อมูลที่จะนำเข้า

1.3) พิจารณาการประมวลผล (Process) เพื่อให้ทราบว่าโปรแกรมมีขั้นตอนการประมวลผลอย่างไรและมีเงื่อนไขการประมวลผลอะไรบ้าง

1.4) พิจารณาข้อมูลนำออก (Output) เพื่อให้ทราบว่ามีข้อมูลอะไรที่จะแสดงตลอดจนรูปแบบสื่อที่จะใช้ในการแสดงออก เช่น การแสดงออกทางจอภาพ การแสดงออกทางเครื่องพิมพ์

2. การออกแบบโปรแกรม (Design) คือ การออกแบบการทำงานของโปรแกรมเป็นขั้นตอนที่ใช้เป็นแนวทางในการลงรหัสโปรแกรม อาจใช้เครื่องมือช่วย เช่น คำสั่งจำลอง หรือผังงาน โดยไม่ต้องกังวลกับรูปแบบ คำสั่งภาษาคอมพิวเตอร์ แต่มุ่งความสนใจที่ขั้นตอนในการประมวลผลของโปรแกรมเท่านั้น

3. เขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming) คือ การเขียนโปรแกรมโดยนำเอาผลลัพธ์ของการออกแบบโปรแกรม มาเปลี่ยนเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่งผู้เขียนต้องให้ความสนใจต่อรูปแบบคำสั่งและกฎเกณฑ์ของภาษาที่ใช้เพื่อให้การประมวลผลเป็นไปตามผลลัพธ์ที่ได้ออกแบบไว้

4. การทดสอบและแก้ไขโปรแกรม (Testing) คือ การนำโปรแกรมที่ลงรหัสแล้วเข้าคอมพิวเตอร์ หรือการติดตั้งโปรแกรมเพื่อตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมว่าถูกต้องหรือไม่ โปรแกรมที่เขียนมีความผิดพลาด (Eror) หรือไม่ หรือทำงานได้ตามที่ต้องการหรือไม่ ถ้าพบว่ายังไม่ถูกก็แก้ไขให้ถูกต้องต่อไป

5. การทำเอกสารประกอบโปรแกรม (Documentation) คือ เอกสารที่ช่วยให้ผู้ใช้โปรแกรมเข้าใจวัตถุประสงค์ ข้อมูลที่ต้องใช้กับโปรแกรม และผลลัพธ์ที่จะได้

6. การบำรุงรักษาโปรแกรม (Maintenance) ผู้เขียนโปรแกรมต้องคอยเฝ้าดู และหาข้อผิดพลาดของโปรแกรมในระหว่างที่ผู้ใช้ใช้งานโปรแกรม และปรับปรุงโปรแกรมเมื่อเกิดข้อผิดพลาด

จากการศึกษาขั้นตอนการเขียนโปรแกรม สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ปัญหา (Problem analysis) 2) การออกแบบโปรแกรม

(Design) 3) เขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming) 4) การทดสอบและแก้ไขโปรแกรม (Testing) 5) การทำเอกสารประกอบโปรแกรม (Documentation) และ 6) การบำรุงรักษาโปรแกรม (Maintenance)

2.4 รูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรม

ณัฏฐ์ โอธนาทรัพย์ ชนินทร เฉลิมสุข และอภิชาต คำปลิว (2560, น. 41) กล่าวถึงรูปแบบการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่า การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ผู้เขียนโปรแกรม ต้องเข้าใจหลักการในการเขียนแต่ละรูปแบบ ซึ่งจะทำให้สามารถเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาโปรแกรมต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ภาษาโปรแกรมแต่ละภาษาจะมีลักษณะ หรือรูปแบบการเขียนที่แตกต่างกัน การเลือกภาษาโปรแกรม หรือภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อนำมาเขียนโปรแกรมนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความเหมาะสมของโปรแกรมกับลักษณะงานที่จะนำไปใช้ การทำงานร่วมกันได้กับโปรแกรมอื่น ๆ หรืออาจเป็นความถนัดของแต่ละคน เป็นต้น โดยภาษาโปรแกรมในปัจจุบันมีรูปแบบการเขียนโปรแกรมขั้นต้น 3 รูปแบบ แบ่งตามโครงสร้าง ดังนี้

1. โครงสร้างการทำงานแบบเรียงลำดับ (sequence structure) เป็นรูปแบบการเขียนโปรแกรมที่มีการทำงานเป็นลำดับขั้นตอน ไล่เรียงลำดับกันไปเหมือนเส้นตรง ไม่มีการข้ามขั้นตอน ไม่มีการย้อนกลับไปทำงานเดิมที่ทำซ้ำไปแล้ว หรือไม่มี การตัดสินใจเพื่อเลือกทำงานใด ๆ

2. โครงสร้างการทำงานแบบเลือกทำหรือมีเงื่อนไข (condition structure) เป็นรูปแบบการเขียนโปรแกรมที่มีการตัดสินใจ มีทางเลือกให้เลือกกระทำ โดยแต่ละทางเลือกจะมีเงื่อนไขซึ่งจะต้องผ่านการตรวจสอบเงื่อนไขนั้น ๆ ก่อน จึงจะสามารถทำงานในทางเลือกนั้นได้ ทั้งนี้ภายในโปรแกรมคอมพิวเตอร์อาจมีการตัดสินใจเช่นนี้อยู่หลายจุด เรียกโครงสร้างการทำงานลักษณะนี้ว่า selection หรือ condition

3. โครงสร้างการทำงานแบบทำซ้ำ (iteration structure) เป็นรูปแบบการเขียนโปรแกรมที่มีการทำงานเดิมซ้ำ ๆ โดยมีเงื่อนไขเพื่อกำหนดจำนวนรอบในการทำงานซ้ำ ซึ่งการทำงานแบบทำซ้ำมี 3 ประเภท คือ การทำงานแบบทำซ้ำตามจำนวนรอบที่ระบุการทำงานแบบทำซ้ำในขณะที่เงื่อนไขเป็นจริง การทำงานแบบทำซ้ำจนกระทั่งเงื่อนไขเป็นจริง

จากการศึกษารูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรม สามารถสรุปได้ว่ารูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรม ประกอบด้วย 3 รูปแบบคือ โครงสร้างการทำงานแบบเรียงลำดับ (sequence structure) โครงสร้างการทำงานแบบเลือกทำหรือมีเงื่อนไข (condition structure) โครงสร้างการทำงานแบบทำซ้ำ (iteration structure)

2.5 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

มนัสชัย กีรติผจญ (2563) กล่าวว่า การเขียนโปรแกรมนั้นมีซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมจำนวนมาก โดยแต่ละซอฟต์แวร์ก็จะมีการใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมที่ต่างกันออกไป ตัวอย่างของภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมมีดังนี้

1. Scratch เป็นภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมและสังคมออนไลน์ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมและแชร์เรื่องราว เกม และแอนิเมชันให้แก่คนทั่วโลกได้ เมื่อผู้เขียนต้องการจะสร้างผลงานด้วย Scratch ผู้เขียนก็จะได้เรียนรู้วิธีการคิดอย่างสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกันและการคิดเป็นเหตุเป็นผลอย่างเป็นระบบ Scratch ได้ถูกออกแบบมาสำหรับช่วงอายุของผู้ใช้งานระหว่าง 8-16 ปี แต่ในความเป็นจริงแล้ว ผู้ใช้งาน Scratch มีอยู่ทุกช่วงอายุ รวมถึงเด็กที่อายุต่ำกว่า 8 ปี ซึ่งใช้งานร่วมกับผู้ปกครองอีกด้วย

2. Python เป็นภาษาที่ใช้นการเขียนโปรแกรมที่ได้รับความนิยมภาษาหนึ่งในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นภาษาที่ง่ายต่อการเรียนรู้มีโครงสร้างข้อมูลระดับสูงที่มีประสิทธิภาพ สามารถใช้ในการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุได้ มี syntax ที่สวยงาม

3. Java ภาษา Java เป็นภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP: Object-Oriented Programming) โปรแกรมที่เขียนขึ้นถูกสร้างภายในคลาส ดังนั้น คลาสคือที่เก็บวิธี (Method) หรือพฤติกรรม (Behavior) ซึ่งมีสถานะ (State)และรูปพรรณ (Identity) Java สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และภาษาจาวาถูกออกแบบมาให้มีความปลอดภัยสูงตั้งแต่แรก จึงทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยจาวามีความปลอดภัยมากกว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาอื่น

4. ภาษา C เป็นภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากง่ายต่อการเรียนรู้ มีลักษณะการเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้าง (Structure) สามารถเขียนโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพได้ สามารถคอมไพล์บนแพลตฟอร์มคอมพิวเตอร์ที่หลากหลาย

เรือนขวัญ พลฤทธิ์ (2563) การเขียนโปรแกรมแต่ละภาษาจะมีลักษณะการเขียนที่แตกต่างกัน การเลือกภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จะนำไปใช้เขียน นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความต้องการของบริษัท, ความเหมาะสมของโปรแกรมกับรูปแบบงานที่จะนำไปใช้, ความถนัดของแต่ละคน ภาษาโปรแกรมที่มีความนิยมและนำไปใช้เขียนกันมากจะต้องเป็นภาษาที่เขียนได้ทันที มีโครงสร้างง่าย

จากการศึกษาภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ประกอบไปด้วยโปรแกรม scratch โปรแกรม Python โปรแกรม Java และโปรแกรมภาษา C ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม scratch เพื่อใช้ในการวิจัย โปรแกรม Scratch เป็นโปรแกรม

พื้นฐานสำหรับผู้เริ่มต้นฝึกเขียนโปรแกรมมีบล็อกคำสั่ง และรูปแบบการเลือกใช้งานที่สามารถเข้าใจได้ง่าย เนื่องจากกลุ่มนักเรียนที่ผู้วิจัยเลือกศึกษานั้นเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนมีพื้นฐานความรู้และทักษะในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกันผู้วิจัยจึงเลือกใช้โปรแกรม Scratch ในการศึกษา

2.6 ความสามารถในการเขียนโปรแกรม

อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์ และมนตรี แย้มกสิกร (2556, น. 271)กล่าวว่า ความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์หมายถึงการที่นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอน กระบวนการของการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์คือ นิยามปัญหา การเตรียมผังงานโปรแกรม การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาที่กำหนดให้การตรวจแก้ไขข้อ ผิดพลาดและการทดสอบโปรแกรม โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบใบงาน โดยจะวัดผลครอบคลุม ทั้ง 3 ด้านคือ ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการปฏิบัติงาน

เรือนขวัญ พลฤทธิ์ (2563, น. 6) กล่าวเกี่ยวกับ ความสามารถในการเขียนโปรแกรมหมายถึง ผลคะแนนปฏิบัติของนักเรียนที่ปฏิบัติตาม ขั้นตอน กระบวนการของการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์การเขียนผังงานโปรแกรม การเขียน โปรแกรมด้วยภาษา Python การตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดและการทดสอบโปรแกรมโดยใช้เกณฑ์การ ให้คะแนนแบบรูบริค

จากการศึกษาความสามารถในการเขียนโปรแกรม สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการเขียนโปรแกรมหมายถึง ความสามารถที่นักเรียนสามารถปฏิบัติการเขียนคำสั่งเพื่อให้โปรแกรมสามารถแสดงผลได้ตามที่ต้องการ สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดจากการเขียนโปรแกรมผิดพลาด

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเขียนโปรแกรม

อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์ และมนตรี แย้มกสิกร (2556) ทำการพัฒนาระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความรู้ความเข้าใจและทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของนักเรียนหลังการเรียนด้วยระบบการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วีรพงษ์ จันทรเสนาและ มานิต อาษานอก (2563) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้โปรแกรมเชิงจินตภาพเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเขียนโปรแกรม ที่เรียนรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีการคิดเชิงคำนวณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมอยู่ในระดับดี

เรือนขวัญ พลฤทธิ์ (2563) ศึกษาความสามารถในการเขียนโปรแกรมและผลงานการเขียนโปรแกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาวิทยาการคำนวณ ด้วยวิธีการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่ม ที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมรักษ์ นันตา เมธี มธุรส และ กิติยาภรณ์ ป้อมคำ (2564) ทำการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่องการใช้โปรแกรม Scratch วิชา การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.23/84.87 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นครินทร์ สุกใส และวิชัย เสวกงาม (2561) ศึกษาผลของความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมตอนปลาย โดยการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเกมิฟิเคชัน มีผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่ม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเกมิฟิเคชัน มีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมลพรรณ พันสนิท พวงทอง เพชรโทน และชาติชาย ม่วงปฐม (2560) ศึกษาผลการสอนทางตรงเสริมด้วยชุดฝึกทักษะที่มีต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรมภาษาซีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนทางตรงเสริมด้วยชุดทักษะมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมภาษาซี โดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2 และ 3 มีความสามารถในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะอยู่ในระดับมาก

อนุสรณ์ ปิติวงษ์ สมเกียรติ ตันติวงศ์วาณิช และ และกฤษณา คิดดี (2563) ศึกษาผลพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิง สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อชินี พลสวัสดิ์ และธิติพร ชาญศิริวัฒน์ (2560) ทำการศึกษาด้วยการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในการสอนทักษะภาคปฏิบัติรายวิชาเทคโนโลยีพีแอลซี ผลการศึกษาพบว่า มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสอน 8 ขั้นตอน คือ (1) แบ่งกลุ่มนักเรียน (2) ผู้สอนส่งปัญหาให้นักศึกษา (3) นักศึกษาตั้งสมมติฐาน (4) นักศึกษาแยกแยะปัญหา (5) สร้างการเรียนรู้ด้วยตัวเองขยายฐานของปัญหาจากความรู้ใหม่ (6) แก้ปัญหา (7) สรุปผล/นำเสนอ (8) ประเมิน และหลังจากการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยโดยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และผลประเมินความคิดเห็นพบว่าภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในเขียนโปรแกรม พบว่าในการส่งเสริมหรือพัฒนาทักษะ/ความสามารถในการเขียนโปรแกรมนั้น มีรูปแบบหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การสอนทางตรงเสริมด้วยชุดฝึกทักษะ การสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน การใช้บทเรียนออนไลน์ การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนแบบผสมผสาน การพัฒนาระบบการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการออกแบบ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะส่งเสริมความสามารถในการเขียนโปรแกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับห้องเรียนกลับด้านและแนวคิดเกมิฟิเคชัน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อนำไปออกแบบการเขียนโปรแกรมได้ อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เป็นระบบ สามารถเขียนโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning)

3.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Woods (1994) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การนำสถานการณ์ปัญหาเป็นแรงขับในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งให้ยังคงอยู่บนฐานความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียน

Allen และ Duch (1998) กล่าวว่า เป็นการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้น และเป็นสิ่งที่เร้าให้นักเรียนอยากที่จะแก้ปัญหา จึงทำให้นักเรียนต้องมีการค้นคว้า และหาหลักการที่จำเป็นต้องการรู้ ผ่านการแก้ไขปัญหาและการทำงานเป็นทีม สิ่งเหล่านี้เป็นการเรียนรู้ที่สร้างทักษะต่างๆ แก่นักเรียน เช่น การสื่อสารและการบูรณาการความรู้ นอกจากนี้ยังเป็นกระบวนการที่มีความคล้ายคลึงกับการสืบค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ทิศนา แขมมณี และคณะ (2548) กล่าวว่า เป็นการจัดสภาพแวดล้อมของการจัดการเรียนรู้ ที่มีการนำปัญหามาช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยที่ผู้สอนให้

นักเรียนได้พบเจอปัญหาหรือเผชิญปัญหา เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหาแก้ไขปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม เห็นแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งจะสามารถทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ เกิดทักษะในการคิด และกระบวนการในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ (2550) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การจัดเรียนรู้ที่ต้องอาศัยกระบวนการทำงานกลุ่ม มุ่งเน้นความเข้าใจและหาทางในการแก้ปัญหา โดยใช้ปัญหาเป็นส่วนเริ่มต้นของการจัดการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลและค้นหาข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจปัญหา รวมทั้งกลวิธีการแก้ปัญหา การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการจัดการเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง (self-directed learning) และเรียนรู้โดยการใช้กลุ่มเล็ก (small group learning) โดยครูมีบทบาทเป็นผู้เอื้ออำนวย ความสะดวกต่อการเรียนรู้ของนักเรียนตามขั้นตอนของสำนักงานเลขาธิการ

ทิศนา แขมมณี (2561) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนการสอนโดยใช้ สถานการณ์หรือปัญหาเป็นเครื่องมือ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ฝึกคิดวิเคราะห์ เกิดกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาต่างๆ

วิชุดา วงศ์เจริญ (2561) ได้กล่าวไว้ในงานวิจัยว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานหรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้นักเรียนไฝ่หาหนทางในการแก้ปัญหา

นราลักษณ์ ผ่องปัญญา (2560) ได้กล่าวไว้ในงานวิจัยว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดกิจกรรมโดยการนำปัญหามากระตุ้นให้นักเรียนได้รับการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาโดยนักเรียนจะต้องทำการศึกษาปัญหานั้น ๆ ค้นหาข้อมูลเพื่ออภิปรายปัญหา โดยการนำข้อมูล และประสบการณ์ที่นักเรียนมีอยู่ หรือค้นพบใหม่ที่ได้มาจากการค้นคว้า และกระบวนการในการคิดมาวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาจะทำให้เกิดความเข้าใจในปัญหาได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนจนแก้ปัญหานั้นได้

นลิน คำแน่น (2562) ได้กล่าวไว้ในงานวิจัยว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) คือ วิธีการเรียนรู้ที่เน้นการใช้สถานการณ์หรือปัญหาเป็น เครื่องมือกระตุ้นความสนใจความอยากรู้ของนักเรียน โดยให้นักเรียนวิเคราะห์หรือตั้งคำถามจากโจทย์ปัญหาให้เกิดการค้นหาแนวทางการแก้ไขสถานการณ์ปัญหา ผ่านกระบวนการคิดและสะท้อนกลับ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย

จากความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) สามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์หรือปัญหา เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการกระตุ้นความท้าทายแก่นักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบนำตนเอง สามารถวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหา แก้ปัญหาด้วยเหตุผล และมีการสืบค้นข้อมูลเพื่อสร้างความเข้าใจและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิด และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

3.2 ลักษณะของการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ไพศาล สุวรรณน้อย (2558) กล่าวว่ารูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน มีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. จัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละประมาณ 5–8 คน
3. ผู้สอนทำหน้าที่ เป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ หรือผู้คอยให้คำแนะนำ
4. ใช้ปัญหาเป็นสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดการเรียนรู้
5. รูปแบบของปัญหาที่นำมาใช้ต้องมีความชัดเจน เข้าใจง่าย กระชับ ไม่คลุมเครือ สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลาย มีได้หลายคำตอบ
6. นักเรียนเป็นผู้แก้ปัญหาด้วยตนเอง และค้นหาข้อมูลใหม่ ๆ
7. ใช้การประเมินผลจากสถานการณ์จริง ซึ่งเป็นผลที่มาจากการเรียนรู้และการปฏิบัติของนักเรียนโดยตรง

อานุภาพ เลขะกุล (2548) กล่าวว่า สิ่งสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย

1. ใช้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์จริงเป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนแสวงหาความรู้
2. การบูรณาการเนื้อหาความรู้ในสาขาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น
3. เน้นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ
4. เรียนเป็นกลุ่มย่อยโดยมีครูหรือผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนและกระตุ้น นักเรียนต้องร่วมกันสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นในกลุ่ม
5. เน้นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้นักเรียนเป็นศูนย์กลางและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

อนุชา โสมาบุตร (2556) กล่าวว่า ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้

1. ต้องจัดให้มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาและเริ่มต้นการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้

2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรม ต้องเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียนหรืออาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต

3. มีการเรียนรู้โดยการนำตัวเองหรือกำกับตนเองได้ ค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้ และคำตอบด้วยตัวของนักเรียนเอง จัดการเวลาด้วยตนเอง เลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งประเมินผลด้วยตนเอง

4. นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อให้นักเรียนฝึกการทำงานเป็นทีม เรียนรู้ความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้รับคำตอบที่หลากลาย ผ่านการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ร่วมกัน

5. มีการบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รับองค์ความรู้และได้คำตอบที่มีความชัดเจน

6. องค์ความรู้ที่ได้จะเกิดขึ้นหลังจากผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านไปแล้วเท่านั้น

7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริงที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนโดยตรง เกิดจากการปฏิบัติงานของนักเรียน

จากลักษณะสำคัญข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานต้องเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางใช้สถานการณ์หรือปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยที่ให้นักเรียนวิเคราะห์หรือตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การค้นคว้าหาข้อมูล และหาแนวทางในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

3.3 ขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 เชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา เป็นขั้นที่ครูมอบหมายประเด็นปัญหาเพื่อเป็นสิ่งเร้ากระตุ้น ให้นักเรียนเกิดความสนใจและเล็งเห็นปัญหา ทำให้ระบุปัญหาได้ ทำให้นักเรียนอยากหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 กำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนขั้นตอนที่ใช้ในการศึกษา สืบค้น ทำความเข้าใจวิเคราะห์ปัญหาร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อหาแนวทางคำตอบ ครูคอยให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนมีการกำหนดสิ่งที่เรียน ดำเนินการศึกษาค้นหาข้อมูลด้วยตนเองผ่านกระบวนการที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ นักเรียนนำสิ่งที่สืบค้นได้มาร่วมกันอภิปรายว่าความรู้ที่ได้มาจากการไปศึกษามามีหมาะสมหรือความถูกต้องเหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปและประเมินงานของตนเองว่าความรู้ที่ได้มามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ และมีการเปรียบเทียบคำตอบกับกลุ่มอื่น ๆ เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลหรือองค์ความรู้ที่ได้มาจัดระบบและนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย

อนุชา โสมาบุตร (2556) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประกอบด้วย ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ผู้สอนจัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กระตุ้นให้ผูเรียน เกิดความสนใจอยากหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องเรียนรู้ มีการอธิบายถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนดำเนินการสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยแหล่งสืบค้นที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปงานของตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามามีความถูกต้องเหมาะสม หรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ แต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง ทำการเปรียบคำตอบหรือข้อค้นพบกับกลุ่มอื่นว่ามีความถูกต้องเหมาะสมเพียงใด จนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อค้นพบที่ได้จากการศึกษามานำเสนอผลงานเป็นกลุ่มของตนเอง และทำการประเมินผล

นพดล ผู้มีจรรยา และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2555) ใช้กระบวนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยมีขั้นตอน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นศึกษาเนื้อหา: นักเรียนศึกษาเนื้อหาประจำสัปดาห์ผ่านระบบการเรียนที่จัดทำขึ้นจากนอกชั้นเรียน เพื่อนำมาใช้ปฏิบัติกิจกรรมในห้องเรียน

2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา: นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนกำหนด ร่วมกันอภิปรายและระดมสมองภายในกลุ่ม เพื่อให้เกิดการเข้าใจปัญหา

3. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา: นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ลำดับขั้นความสำคัญของปัญหา เพื่อนำไปสู่การค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม

4. ขั้นดำเนินการตามแผน: นักเรียนแบ่งหน้าที่ให้สมาชิกในกลุ่ม เพิ่มศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้มาใช้ในการตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา

5. ขั้นตรวจสอบผล: นักเรียนร่วมกันอภิปรายระดมสมองกับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อสรุปการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหา ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

พาริณี เหล่ามาลา (2558) ทำการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของ Arends (2001) ในการเขียนโปรแกรมภาษาเบื้องต้น มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. ขั้นแนะนำปัญหา: ครูตั้งประเด็นปัญหาถามนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม

2. ขั้นกำหนดงานที่ต้องปฏิบัติ: ครูมอบหมายงานหรือประเด็นปัญหาให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม

3. ขั้นรวบรวมข้อมูล: นักเรียนศึกษาขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

4. ขั้นนำเสนอผลงาน: นักเรียนเตรียมข้อมูลที่ได้ศึกษาและแก้ปัญหามานำเสนอ

5. ขั้นวิเคราะห์และประเมินผล: นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมร่วมกันในชั้นเรียน

นลิน คำแน่น (2562, น. 25) ทำการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยประยุกต์ใช้ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา โดยครูผู้สอนมอบหมายสถานการณ์ปัญหาและภารกิจการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนแต่ละกลุ่ม

2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านและทำความเข้าใจ ระดมสมองเพื่อวิเคราะห์ปัญหา แยกย่อยและหาความสัมพันธ์ของปัญหา

3. ขั้นค้นคว้าข้อมูล นักเรียนค้นคว้าข้อมูลตามประเด็นปัญหาที่ได้แยกย่อยไว้

4. ร่างแบบจำลองและวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ตนได้สืบค้น

5. ข้อมูลมาสรุปและร่างแบบจำลองโปรแกรมเป็นขั้นตอน

6. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบและพัฒนาโปรแกรมตามที่ได้ร่างแบบจำลองไว้

7. นำเสนอโปรแกรมและสะท้อนผล นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอโปรแกรม และวิเคราะห์ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมร่วมกันในชั้นเรียน

จากการศึกษาขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยจึงนำขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังนี้ ขั้นที่ 1 เชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา ขั้นที่ 2 กำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ และขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน

3.4 บทบาทของนักเรียนและผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553, น. 339)ได้เสนอบทบาทของนักเรียนไว้ ดังนี้

1. นักเรียนจำเป็นจะต้องมีความรู้เต็มที่เหมาะสมและเพียงพอกับปัญหาที่กำหนด หากนักเรียนมีความรู้ไม่เพียงพอ อาจทำให้เกิดความยากในการค้นหาคำตอบ อย่างไรก็ตาม ถ้าความรู้เดิมของนักเรียนน้อยเกินไป ก็จะไม่เหมาะสมกับปัญหาที่กำหนด ซึ่งอาจทำให้เกิดความยากลำบาก และเสียเวลามากขึ้นในการค้นหาคำตอบนั้น

2. ในการจัดการเรียนรู้จะใช้การเรียนเป็นกลุ่มย่อย นักเรียนจำเป็นจะต้องมีทักษะในการทำงานกลุ่ม และสามารถสื่อสารกับคนในกลุ่มได้ จะช่วยทำให้การเรียนรู้ร่วมกันของคนในกลุ่มมีประสิทธิภาพ และประสบผลสำเร็จได้ดียิ่งขึ้น เช่น บทบาทการเป็นผู้นำผู้ตาม เป็นต้น

3. นักเรียนจะต้องนึกถึงความสำคัญในการทำงานเป็นทีม นักเรียนต้องมีความรับผิดชอบต่องานที่ตนได้รับมอบหมาย และดำเนินการให้สามารถบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ได้ โดยมีส่วนร่วมในกลุ่ม

4. นักเรียนจะต้องมีทักษะความสามารถในด้านการทำงานในลักษณะต่าง ๆ เช่น ทักษะในการสืบค้น รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ โดยการใช้คอมพิวเตอร์ การใช้อินเทอร์เน็ต การค้นหาเอกสาร

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553, น. 339-340) ได้นำเสนอบทบาทของครูไว้ดังนี้

1. เป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก และให้คำแนะนำในการเรียน ครูใช้วิธีการที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นและอยากแสวงหาความรู้ เช่น จัดประสบการณ์ที่น่าสนใจให้แก่นักเรียน และเตรียมสถานการณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ ครูยังจัดเตรียมสื่อและเครื่องมือต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบเองได้โดยไม่เบื่อหน่าย

2. เป็นผู้เชี่ยวชาญในการมอบความรู้ที่ตนมีความชำนาญให้แก่นักเรียน ต้องระวังในการบอกลักษณะคำตอบ หรือการให้ข้อมูลกับนักเรียน ควรเป็นการกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ

3. คอยให้คำแนะนำ กระตุ้น ให้นักเรียนค้นหาข้อมูลข่าวสาร โดยมีการตั้งคำถามที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดและไตร่ตรองความรู้ได้ด้วยตนเอง

4. เสนอแนะนำทางนักเรียนให้สามารถเรียนรู้ผ่านขั้นตอนการเรียนรู้ในแบบที่ไปทีละขั้น และคอยสร้างกำลังใจในการศึกษาค้นคว้ากับนักเรียน

5. ครูไม่จำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญในสาขาใด ๆ เพื่อสอนนักเรียน แต่ต้องสามารถสอนทักษะและกระบวนการค้นหาความรู้ให้แก่นักเรียน และจัดเตรียมสื่อเรียนรู้ เอกสาร และทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ โดยที่ครูอาจมีการเรียนรู้พร้อมกับนักเรียนในขณะเดียวกัน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, น. 9-13) กล่าวว่า ครูผู้สอนเป็นบุคคลที่มีบทบาทโดยตรงต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ฉะนั้นครูผู้สอนจะต้องมีลักษณะที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ครูผู้สอนต้องมีความตั้งใจ และมุ่งมั่น ต้องมีการแสวงหาความรู้ในการที่จะพัฒนาตัวเองอยู่เสมอ

2. ครูผู้สอนจำเป็นต้องรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล มีความเข้าใจด้านศักยภาพของนักเรียน เพื่อให้สามารถให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำแก่นักเรียนได้ตลอดเวลา

3. ครูผู้สอนจะต้องเข้าใจในขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างแท้จริงทุกขั้นตอนเพื่อที่จะสามารถช่วยให้คำปรึกษา ให้แนะนำแก่นักเรียนได้อย่างถูกต้อง

4. ครูผู้สอนต้องเป็นคนมีทักษะและศักยภาพในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการตรวจสอบ ติดตาม และประเมินผลแก่นักเรียน

5. ครูผู้สอนต้องเป็นบุคคลที่คอยอำนวยความสะดวกจัด สนับสนุน ในการหาสื่ออุปกรณ์ในการเรียนรู้ให้เหมาะสม และเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

6. ครูผู้สอนต้องคอยสร้างแรงจูงใจให้เกิดแก่นักเรียน เพื่อเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

7. ครูผู้สอนต้องคอยอธิบายและปรับทัศนคติแก่นักเรียนให้นักเรียนเล็งเห็นความสำคัญและมีความเข้าใจต่อการเรียนรู้

8. ครูผู้สอนต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ ในเรื่องของการวัดและประเมินผลของนักเรียนในลักษณะตามสภาพจริงให้ครบกระบวนการทุกขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จากการศึกษาบทบาทของนักเรียนและครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า บทบาทของนักเรียนคือ นักเรียนจะต้องมีความรู้ ความสามารถที่เหมาะสม และเพียงพอกับปัญหา ตระหนักถึงความสำคัญของการทำงานเป็นทีม การทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม สามารถติดต่อสื่อสารกับคนอื่นในกลุ่มได้ เพื่อให้การดำเนินงานประสบความสำเร็จ นักเรียต้อง มีทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับการสืบคืนข้อมูลผ่านแหล่งต่างๆ เช่น การใช้โทรศัพท์ ใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล ฯลฯ และบทบาทของครู คือจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ที่ตนเชี่ยวชาญให้กับนักเรียนต้องมีการพัฒนาตนเองอยู่เสมอ เป็นผู้ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ชี้แนะแนวทาง อำนวยความสะดวกให้นักเรียน จัดหาเตรียมสื่อ สนับสนุนอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ให้เหมาะสมเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นผู้ที่คอยให้กำลังใจ สร้างแรงจูงใจแก่นักเรียน คอยกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้

3.5 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553, น. 340-341) กล่าวเกี่ยวกับข้อจำกัดของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. เนื้อหาบางรายวิชาที่ไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้อย่างเหมาะสม โดยในบางเนื้อหาอาจจะมีเพียงแค่ 2-3 เนื้อหา ที่สามารถจะนำไปกำหนดเป็นปัญหา เพื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้

2. เนื้อหาวิชาที่เป็นสาระเกี่ยวกับ กฎ สูตร ทฤษฎีที่มีลักษณะที่ตายตัว มีคำตอบเพียงคำตอบเดียวที่แน่นอน ชัดเจน ไม่เหมาะสมที่จะนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดขึ้นยากเกินไป ไม่สอดคล้องกับความรู้ความสามารถกับนักเรียน นักเรียนไม่มีทักษะในการค้นคว้า แสวงหาความรู้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถค้นคว้าหรือแสวงหาคำตอบได้ด้วยตนเอง ทำให้การจัดการเรียนรู้ขาดประสิทธิภาพ

4. การสอนจะไม่สามารถประสบความสำเร็จได้เมื่อเกิดความไม่เหมาะสมในสภาพแวดล้อมแหล่งเรียนรู้ และสิ่งอำนวยความสะดวกในการค้นหาและแสวงหาความรู้ และคำตอบ นอกจากนี้หากมีจำนวนที่จำกัดและไม่เพียงพอทำให้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไม่เกิดผลสำเร็จ

5. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอาจจะยังเป็นเรื่องใหม่ ครูและนักเรียนจะต้องมีการปรับเปลี่ยนบทบาทใหม่ โดยที่นักเรียนจะต้องมีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้ที่คอยชี้แนะแนวทาง จัดเตรียมสื่อ สิ่งแวดล้อมต่างๆ ให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา และการเรียนรู้แก่นักเรียน ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจจะเป็นสิ่งที่ครูและนักเรียนยังไม่คุ้นเคย

6. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อาจจะมีการครอบคลุมเนื้อหาได้ไม่ครบถ้วน ทำให้ครูมีความกังวลว่าเนื้อหาบางอย่างขาดไป แต่เมื่อผ่านไปสักระยะนักเรียนจะมีความลึกซึ้งต่อการแสวงหาความรู้

จากการศึกษาข้อจำกัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนในรายวิชาในเนื้อหาสาระวิชาที่เป็นกฎ สูตร แนวคิดทฤษฎีที่ตายตัว มีคำตอบเพียงคำตอบเดียวที่ชัดเจน เป็นที่ยอมรับกันอยู่แล้ว จะไม่เหมาะกับการนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ถ้าหากความสามารถของนักเรียนไม่มีความสอดคล้องหรือสัมพันธ์กับปัญหาที่ครูกำหนดให้ หรือปัญหาที่ครูกำหนดมีความยากจนเกินไป นักเรียนขาดทักษะในการแสวงหาความรู้จะทำให้ขาดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ทำให้ไม่สามารถตอบคำถามปัญหาที่ครูกำหนดได้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อาจครอบคลุมเนื้อหาการสอนได้น้อยกว่าหรือยังขาดเนื้อหาบางอย่างที่ไม่ได้จัดการเรียนรู้

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ยุภารัตน์ พืชสิงห์ (2564) ทำการศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีการดำเนินการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 เป็นการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ และช่วง ที่ 2 เป็นการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 มีทักษะการคิดเชิงคำนวณไม่แตกต่างกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งนักเรียนที่เรียนในช่วงที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ เท่ากับ 25.79 คิดเป็นร้อยละ 71.64 และในการเรียนรู้ช่วงที่ 2 เท่ากับ 26.03 คิดเป็นร้อยละ 72.31 และเมื่อเฉลี่ยของทั้ง 2 ช่วง พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงคำนวณเท่ากับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มทั้งหมด

โชคติกา สงคราม (2562) ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับยอดเยี่ยมทั้ง 4 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย การพิจารณารูปแบบ การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา และการออกแบบอัลกอริทึม

ณัฐธิดา กัลยาประสิทธิ์ (2564) ทำการศึกษาผลของการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลการวิจัยพบว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยใช้การมีแนวโน้มของการพัฒนาที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ศุภมาส แสนโคก (2565) ได้ทำการศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.20/81.73 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 และมีคะแนนความสามารถในการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยเท่ากับ 27.88 จากคะแนนเต็ม 32 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ในระดับยอดเยี่ยมทั้ง 34 คน

วิชุดา วงศ์เจริญ (2561) ทำการศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ . 01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นราลักษณ์ ผ่องปัญญา (2560) ทำการศึกษาผลการใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านกระบวนการกลุ่ม และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2 รูปแบบ ที่แตกต่างกัน มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐาน ผ่านกระบวนการกลุ่มมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ . 05

Kardipah (2020) ทำการศึกษาเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านแบบผสมผสาน (A Flipped-Blended Learning Model) กับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Augmented Problem Based Learning) เพื่อพัฒนาทักษะคอมพิวเตอร์ของนักเรียน การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยรูปแบบ quasi-experiment เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ในบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้านแบบผสมผสานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของวิชาการใช้คอมพิวเตอร์ (A Computer Application Course) ของนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปี 1 คณะเศรษฐศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการทดลองประกอบด้วย 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มนักศึกษาที่ลงเรียนในวิชา A

Computer Application Course จำนวนทั้งหมด 48 คน ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 24 คน และกลุ่มควบคุม 24 คน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ของการทดสอบหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า treatment ที่ใช้ในรูปแบบการสอนมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ภาระงานที่ยาก ยังช่วยกระตุ้นให้นักศึกษามุ่งมั่นที่จะทำภาระงานให้สำเร็จ กลวิธีการสอนนี้ยังสามารถทำให้มีแนวทางการกำหนดเวลาในชั้นเรียน และเพิ่มเวลาในการจัดการเรียนการสอนในห้องได้มากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนานักเรียนในหลากหลายด้านไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทักษะการปฏิบัติ การพัฒนาทักษะคอมพิวเตอร์ และการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ดังนั้นผู้วิจัย จึงสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมแก่นักเรียน

4. การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Learning)

4.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน

วิจารณ์ พานิช (2556, น. 28) กล่าวถึง ห้องเรียนกลับทาง (Flipped Classroom) ว่าเป็นการเรียนที่ครูจะเน้นช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักการ ไม่ใช่ท่องจำหัวใจคือครูเน้นทำหน้าที่ช่วยแนะนำการเรียนของเด็ก ไม่ใช่ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ ครูเปลี่ยนจากบทบาทปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนทั้งชั้นมา เป็นการปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนเป็นรายคน

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556, น. 2) กล่าวว่า ห้องเรียนกลับด้าน ตรงกับภาษาอังกฤษว่า The Flipped Classroom เป็นศัพท์บัญญัติที่นิยามไว้ว่า ห้องเรียนกลับด้าน เป็นลักษณะหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนจะทำการศึกษาด้วยตนเองผ่านสื่อวีดีโอ (Video) ในขณะที่อยู่บ้าน ส่วนการเรียนในห้องเรียนปกติ ส่วนการเรียนในห้องเรียนนั้นเป็นการนำสิ่งที่ได้ศึกษานอกห้องเรียนมาร่วมกันเรียนรู้เนื้อหาโดยมีผู้สอนเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือและให้คำนะนำ

กิตติชัย สุธาโนบล (2558) กล่าวว่า ห้องเรียนกลับด้าน เป็นกระบวนการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งเปลี่ยนการใช้ช่วงเวลาของการบรรยายเนื้อหาในห้องเรียนเป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ฝึกแก้ปัญหา ส่วนการบรรยายจะอยู่ในช่องทางอื่น เช่น วิดิทัศน์ หรือสื่อออนไลน์อื่นๆ ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา ไม่ว่าจะอยู่ที่บ้าน หรือนอกห้องเรียน

ชนิสรา เมธภัทรหิรัญ (2560) กล่าวว่า การเรียนกลับด้าน (Flipped Learning)เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปจากเดิมที่ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียน มาเป็นนักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองผ่านสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ ก่อนมาเรียน เมื่อถึงคาบเรียนทำกิจกรรมในห้องเรียนร่วมกันโดยครูคอยตั้งคำถาม แนะนำ ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สามารถช่วยให้นักเรียนมีทักษะการคิดมากขึ้น

ฐานิตา ลิ่มวงศ์ และยุพาภรณ์ แสงฤทธิ์ (2562) กล่าวว่า ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) หมายถึง รูปแบบการสอนที่ผู้สอนให้นักเรียนศึกษา เนื้อหาสาระจากที่บ้านผ่านระบบอินเตอร์เน็ต วีดีโอ วิดีทัศน์หรือระบบออนไลน์อื่น ๆ ที่ผู้สอนจัดหาให้ก่อน เข้าชั้นเรียน โดยผู้สอนมีหน้าที่ช่วยแนะนำ (Coaching) ตอบข้อซักถาม ผ่านการทำกิจกรรมในชั้นเรียน

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าห้องเรียนกลับด้านเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า หรือฟังบรรยายในบทเรียนออนไลน์ผ่านวีดีโอหรือสื่อต่างๆจากที่บ้านหรือนอกห้องเรียน จากนั้นในห้องเรียนจะมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย หรือร่วมกันแสดงความคิดเห็น โดยที่มีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ

4.2 องค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้าน

วิจารณ์ พานิช (2556) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้านประกอบด้วย 5 ข้อ ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ให้มีความชัดเจน
2. ไตร่ตรองว่าจุดประสงค์ส่วนไหนควรเรียนแบบลงมือทำหรือเรียนแบบถ่ายทอด
3. ต้องมั่นใจได้ว่านักเรียนจะสามารถเข้าถึงวีดีทัศน์เพื่อเรียนในสาระวิชา
4. สร้างกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติลงมือทำเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในชั้นเรียน
5. สร้างวิธีสอบหลายวิธีเพื่อพิสูจน์ว่านักเรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Learning) เป็นกลไกรูปแบบใหม่ในการจัดการเรียนการสอน คือการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายและครอบคลุมรอบด้านให้แก่นักเรียน มีองค์ประกอบสำคัญที่เกิดขึ้น 4 องค์ประกอบที่เป็นวัฏจักร (Cycle) หมุนเวียนกันอย่างเป็นระบบ ได้แก่

1. การกำหนดวิธีการเพิ่มประสบการณ์ (Experiential Engagement) โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะวิธีในการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อเรียนเนื้อหาโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลายทั้งการใช้กิจกรรมที่กำหนดขึ้นเอง เกม สถานการณ์จำลอง สื่อปฏิสัมพันธ์ การทดลอง หรืองานด้านศิลปะ แขนงต่าง ๆ

2. การสืบค้นเพื่อให้เกิดเป็นความคิดที่รวบยอด (Concept Exploration) โดยครูผู้สอนเป็นผู้ที่ให้คำแนะนำกับนักเรียนจากกิจกรรมหรือสื่อที่หลากหลายประเภท เช่น สื่อประเภทวิดีโอบันทึกการบรรยายโดยการใช้สื่อบันทึกเสียงประเภท Podcasts การใช้สื่อ Websites หรือสื่อออนไลน์ Chats

3. การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) โดยนักเรียนเป็นคนที่บูรณาการสร้างทักษะองค์ความรู้ที่ได้จากสื่อ จากการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการใช้สื่อสังคมออนไลน์และกระดานสำหรับอภิปรายแบบออนไลน์ การใช้แบบทดสอบ และการสร้างกระดานความรู้ อิเล็กทรอนิกส์

4. การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration & Application) เป็นการสร้างองค์ความรู้โดยนักเรียนเองในเชิงสร้างสรรค์ โดยการจัดทำเป็นโครงงาน (Project) และผ่านการนำเสนอผลงาน (Presentations) ที่เกิดจากการสร้างสรรค์งานเหล่านั้น

ฐานิตา ลิ่มวงศ์ และยุพาภรณ์ แสงฤทธิ์ (2562)ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบสำคัญ ห้องเรียนกลับด้านสำหรับศตวรรษ ที่ 21 ดังนี้

1. นักเรียน ศึกษาเนื้อหาสาระก่อนเข้าชั้นเรียน ฝึกตั้งคำถามและหาคำตอบเพื่อให้เข้าใจเนื้อหา อย่างลึกซึ้ง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การสรุปความรู้ การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ จนเกิดเป็นนวัตกรรมใหม่

2. ผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากเดิมที่เป็นผู้สอนเพียงอย่างเดียว เป็นผู้อำนวยความสะดวก ผู้ให้คำแนะนำ เสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เสริมพลังด้านบวกแรง สร้างแรงบันดาลใจแก่นักเรียนให้เรียนรู้ด้วยตนเอง

3. วิธีการสอน/กิจกรรมการสอนผู้สอน ต้องวางแผนออกแบบการสอนรูปแบบการสอน วิธีการสอน หรือกิจกรรมที่เหมาะสมกับรายวิชาและนักเรียนด้วยเหตุผลที่ว่าเนื้อหาแต่ละวิชามีเหตุผลความจำเป็น และปัจจัยที่ทำให้การออกแบบการสอนแตกต่างกันออกไป

4. สื่อการสอน สื่อที่เหมาะสมกับนักเรียน และเนื้อหาวิชา เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จ การเลือกสื่อการสอนห้องเรียนกลับด้านสำหรับศตวรรษที่ 21 ต้องคำนึงถึงความเหมาะสม ความสนใจ ตอบสนองความต้องการของ นักเรียนที่หลากหลาย และสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ควบคู่กับการดำรงชีวิต โดยอาศัยระบบเทคโนโลยีประเภท วิดีโอบันทึก สื่อบันทึกเสียง (Podcasts) การใช้สื่อ Websites หรือสื่อออนไลน์ Chats สนับสนุนทำให้นักเรียนเกิดการบูรณาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

5. การประเมินผล ต้องออกแบบการวัด และประเมินผลให้เหมาะสมกับกิจกรรม ภาระงานการบ้าน หรือผลงาน ที่ผู้สอนกำหนด โดยใช้เกณฑ์กำหนดระดับคุณภาพของนักเรียนตามคะแนนที่ได้รับ

จากการศึกษาองค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้านสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้านประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ครูผู้สอนเป็นผู้กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้แก่นักเรียน จัดทำสื่อ เป็นผู้อำนวยความสะดวกคอยชี้แนะแนวทาง สร้างแรงบันดาลใจให้แก่นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้แก่นักเรียน

2. นักเรียน เป็นผู้ศึกษาค้นคว้า ทำความเข้าใจในบทเรียนนอกห้องเรียน ฝึกตั้งคำถามและหาคำถามในสิ่งที่ตนเองสงสัยด้วยตัวเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนได้

3. กิจกรรม/รูปแบบวิธีการจัดกาเรียนการสอน ต้องมีความหลากหลายมีการออกแบบให้ ตรงตามเนื้อหารายวิชาและเหมาะสมกับนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ

4. สื่อการสอน สื่อที่จัดทำขึ้นจำเป็นจะต้องทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ตอบสนองความต้องการของนักเรียน

5. การประเมินผล ต้องประเมินให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม ภาระงาน ผลงานโดยที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดเกณฑ์ กำหนดระดับคุณภาพของนักเรียนตามคะแนนที่ได้

4.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

ปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์ และณมน จีรังสุวรรณ (2558) กระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน สามารถแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการ

1. การเรียนนอกห้องเรียน

1.1 บทนำ (Introduction) วัดความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา บทเรียนของนักเรียน โดยทำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจก่อนเรียน

1.2 ภารกิจ (Task) ระบุเนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้แก่นักเรียน

1.3 แหล่งข้อมูล (Information Resources) การชี้แหล่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย และให้อิสระแก่นักเรียนในการศึกษาค้นคว้าข้อมูล

1.4 กระบวนการ (Process) ให้นักเรียนวางแผนการเรียนด้วยตนเอง และมีการสรุปผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.5 ให้คำแนะนำ (Guidance) ผู้สอนให้คำปรึกษาและชี้แจงแก่นักเรียน

1.6 ประเมินผล (Evaluation) ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความรู้ความ เข้าใจหลังเรียน

1.7 สรุป (Conclusion) ให้นักเรียนสรุปเป็นความคิดรวบยอดของนักเรียน พร้อมตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัยหรือสนใจจากการเรียนรู้อย่างน้อยคนละ 1 คำถาม

2. การเรียนการสอนในชั้นเรียน

2.1 ทบทวนเนื้อหาหรือปัญหา ร่วมกันอภิปรายเนื้อหาและคำถาม

2.2 ทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่ม

2.3 นำเสนอผลการทำกิจกรรม

2.4 ประเมินผลการทำกิจกรรม

2.5 อภิปรายและสรุปผล

วิจารณ์ พานิช (2556) ได้อธิบายถึงวิธีการประยุกต์หรือดำเนินการห้องเรียนกลับทางจากหนังสือ Flip Your Classroom : Reach Every Student in Every Class Every Day ของ Jonathan Bergmann and Aaron Sams ไว้ดังนี้

1. เตรียมนักเรียนและห้องเรียน โดยการอธิบายประโยชน์ของการเรียนกลับด้าน

2. ประชาสัมพันธ์แจ้งให้ผู้ปกครองของนักเรียนทราบเรื่องการเรียนการสอน

3. สอนวิธีดูและจัดการวิดีทัศน์

4. สอนวิธีดูและจัดการวิดีทัศน์ ให้ดูวิดีทัศน์แบบตั้งใจดูจริงๆ โดยไม่มีสิ่งรบกวนสมาธิพร้อมอธิบายการเรียนจากวิดีทัศน์สมารถช่วยให้นักเรียนแต่ละคนเป็นผู้มีอำนาจเหนือการเรียนของตนอย่างไร

5. กำหนดให้นักเรียนตั้งคำถามที่น่าสนใจ เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้ดูวีดีทัศน์มาก่อนโดยต้องเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับในวิดีทัศน์ และตัวเด็กเองไม่รู้คำตอบ

6. จัดวางลักษณะของห้องเรียนแบบกลับด้าน ต้องมีความเปลี่ยนแปลงไป นักเรียนจะต้องลงมือทำไม่ใช้ฟังครูสอนในห้องเรียน สื่อ อุปกรณ์ต่างๆ ในห้องเรียนจะต้องเน้นให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน

7. ให้เด็กได้จัดการเวลาและงานของตนเอง

8. ส่งเสริม สนับสนุนให้นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

9. จัดทำระบบประเมินที่มีความเหมาะสม

10. มีการประเมินผล เพื่อนำไปปรับปรุง

11. ถามคำถามที่ถูกต้องในการทดสอบแบบ Formative

จากการศึกษาขั้นตอนของห้องเรียนกลับด้าน ประกอบด้วย 2 กระบวนการดังนี้

1. กระบวนการเรียนนอกห้องเรียน เป็นการเตรียมความพร้อมนักเรียนผู้ปกครอง สื่อ/วีดีทัศน์และแหล่งข้อมูลต่างๆเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาก่อนมาเรียนในชั้นเรียน ดำเนินการประเมินผลจากการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนผ่านเว็บไซด์

2. กระบวนการในชั้นเรียน เป็นการทบทวนเนื้อหาความรู้ ที่เรียนจากที่บ้านมาร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่ม ร่วมกันอภิปราย และนำเสนอการทำกิจกรรม ดำเนินการประเมินผลการทำกิจกรรม

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนกลับด้าน

กรวรรณ สืบสม และนพรัตน์ หมีพลัด (2560) ได้ทำการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom) ด้วยการบูรณาการการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียผ่าน Google Classroom โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา จำนวน 36 คน พบว่า ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อที่พัฒนาจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเชื่อมั่นสูง และจากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในระดับมาก

นลิน คำแน่น (2562) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเกมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 40 คน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีการแบ่งการวิจัยเป็น 3 ระยะ คือ 1) การพัฒนารูปแบบการเรียนฯ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา และเกมิฟิเคชัน และผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดเชิงคำนวณ เพื่อทำการตรวจสอบรูปแบบการเรียนฯ 2) ศึกษาผลการใช้รูปแบบฯ ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนฯ ที่พัฒนาขึ้นมี 6 องค์ประกอบ คือ 1) ผู้สอน 2) นักเรียน 3) เป้าหมายการเรียน 4) เกมิฟิเคชัน 5) แหล่งเรียนรู้และเครื่องมือ และ 6) การวัดและประเมินผล โดยมี 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดปัญหา 2) การทำความเข้าใจปัญหา 3) การดำเนินการค้นคว้าข้อมูล 4) การวางแผนและร่างแบบจำลอง 5) การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม และ 6) การนำเสนอผลงานและสะท้อนผล 3) ผลการทดลองการใช้รูปแบบการเรียนฯ พบว่า คะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนของสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

นครินทร์ สุกใส และวิชัย เสวกงาม (2561) ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเกมมิฟิเคชัน ที่มีต่อความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ พบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้

ทางคอมพิวเตอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิ่นทอง วิหารธรรม และพงศ์ธนัช แซ่จู (2560)ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับห้องเรียนกลับทางเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ในการออกแบบสิ่งของเครื่องใช้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน พบว่า นักเรียน จำนวน 30 คน มีผลการประเมินทักษะการออกแบบสิ่งของเครื่องใช้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 100 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนผ่าน การประเมินความคิดสร้างสรรค์ 23 คน จากจำนวนนักเรียน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

วรัทยา มณีรัตน์ (2560) ทำศึกษาเรื่องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียน กลับด้าน วิชาเคมีเรื่อง กรด-เบส มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 84.53/79.86 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ ประสิทธิภาพ 75/75 ที่กำหนดไว้แล้วนำการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์สิงหเสนี) จำนวน 24 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส และทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ ห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Dehghanzadeh และ Jafaraghaee (2018) ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลของวิธีการสอนแบบดั้งเดิม และวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ต่อลักษณะนิสัยการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาลมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการสอนแบบดั้งเดิมและวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ต่อลักษณะนิสัยการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาลอิหร่าน มีวิธีการดำเนินการวิจัยซึ่งมีรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง แบบแผนการทดลองชนิดไม่ได้มีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง มีกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่มีการทดสอบก่อน และหลังทดลอง โดยทำการศึกษาในนักศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 2 จำนวน 85 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาพยาบาลที่สมัครเข้าอบรมในหลักสูตรการฝึกอบรมเชิงทฤษฎีด้านศัลยกรรมระบบโครงกระดูกและกล้ามเนื้อ จากนั้นทำการแบ่งนักศึกษา ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีสมาชิก 42 คน และกลุ่มที่มีสมาชิก 43 คน โดยกลุ่มหนึ่งจะได้รับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งจะ

ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐาน และแบบวัดลักษณะนิสัยการคิดอย่างมีวิจารณญาณผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักศึกษาพยาบาลที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน มีค่าเฉลี่ยของลักษณะนิสัยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และค่าเฉลี่ยมิติด้านความมั่นใจในตนเองต่อการใช้กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่า กลุ่มนักศึกษาพยาบาลที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .0001$)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนกลับด้าน พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสามารถพัฒนานักเรียนได้หลากหลาย เช่น การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ การเสริมสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์ของนักเรียน การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมาใช้ในการทักษะส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมให้แก่นักเรียน เนื่องจากห้องเรียนกลับด้านสามารถช่วยลดระยะเวลาการบรรยายในห้องเรียน และให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมในห้องเรียนมากขึ้น นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติมากขึ้น เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในปัจจุบัน ที่ช่วยในการส่งเสริม พัฒนาการเรียนรู้แก่นักเรียนให้มีทักษะการคิดขั้นสูง ที่มีการเปลี่ยนแปลงและความเหมาะสมของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่ทำให้นักเรียนสามารถติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้อย่างรวดเร็ว มีแหล่งการเข้าสืบค้นหาความรู้ที่ไม่จำกัด ผู้วิจัยจึงมีการนำห้องเรียนกลับด้านมาเป็นส่วนเสริมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน เพื่อช่วยในการลดข้อจำกัดของการมีระยะเวลาเรียนไม่เพียงพอ

5. แนวคิดเกมมิฟิเคชัน

5.1 ความหมายของเกมมิฟิเคชัน

Kapp & Karl M (2012, น. 2) ได้ให้คำจำกัดความของเกมมิฟิเคชัน (Gamification) หมายถึง เป็นกลยุทธ์ที่เกี่ยวข้องกับการนำองค์ประกอบของเกมและกลไกมาใช้กับบริบทที่ไม่ใช่เกมมาเป็นตัวช่วยในการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนแก่นักเรียน เพื่อทำให้กระบวนการเรียนรู้สนุกสนานและกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมที่สามารถหาวิธีในการแก้ปัญหาได้

Brian (2014, น. 6) เกมมิฟิเคชัน หมายถึงการใช้เทคนิคของเกมและประสบการณ์ในการออกแบบ การมีส่วนร่วมและกระตุ้นให้คนอื่นบรรลุตามวัตถุประสงค์

Zichermann (2015) เกมมิฟิเคชัน หมายถึง การใช้กระบวนการแนวคิดของเกมและกลไกของเกมมากระตุ้นผู้ฟังและแก้ปัญหาต่างๆ

พรศิริ เจริญสืบสกุล (2558, น. 56) กล่าวว่า เกมมิฟิเคชัน หมายถึง การนำองค์ประกอบของเกม อาทิ ความสนุกสนาน การสะสมคะแนน กฎกติกาของเกม เป็นต้น มาประยุกต์เข้ากับกระบวนการหรือกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมีเป้าหมาย โดยที่ไม่ใช่แค่การเล่นสนุกเพียงอย่างเดียวนั่นเอง เกมสามารถทำลายเส้นบาง ๆ ที่กั้นระหว่าง การเรียนรู้อย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการได้ การเรียนรู้ที่แฝงอยู่ในการเล่นจะสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียน ศึกษาอย่างไม่มีที่สิ้นสุด เพื่อให้รู้มากยิ่ง ๆ ขึ้นไป และเกิดการเรียนรู้ตลอดเวลา

ชนัตถ์ พูนเดช และธนิตา เลิศพรกุลรัตน์ (2559) เกมมิฟิเคชัน คือ การนำเอาแนวคิดและเทคนิคที่มีลักษณะของเกมมาใช้ในการจัดกิจกรรมอื่นๆ ที่ไม่ใช่เกม โดยที่ครูสามารถนำเทคนิคกระบวนการนี้นำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ โดยเทคนิคนี้มีลักษณะเด่นที่สำคัญ คือ มีหลักการออกแบบกิจกรรมที่เข้ากันได้กับพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในปัจจุบัน การใช้เกมมิฟิเคชันเป็นวิธีการที่น่าสนใจเพราะมีผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้ช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนที่สนุกสนาน ยกระดับความสนใจในการเรียน และสร้างความผูกพันในการเรียนของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพขึ้นอีกด้วย

กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย (2560) เกมมิฟิเคชั่น (Gamification) หมายถึง การนำแนวคิดที่มีรูปแบบลักษณะของเกมแต่ไม่ใช่ตัวเกม เพื่อนำมาใช้เป็นตัวช่วยในการกระตุ้นแ ละสร้างแรงจูงใจในการเรียนแก่นักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนา มีส่วนร่วมในการเรียน โดยการนำกลไกของเกมมาเป็นตัวดำเนินการที่ไม่ซับซ้อน

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล (2561) เกมมิฟิเคชั่น (Gamification) เป็นการใช้เทคนิค ในรูปแบบของเกมโดยไม่ใช้ตัวที่เป็นเกม เพื่อเป็นส่วนที่มาช่วยในการกระตุ้น และสร้างแรงจูงใจในการเรียนกับนักเรียน โดยใช้กลไกของเกมมาเป็นตัวดำเนินการต่างๆ ที่ไม่ซับซ้อน สามารถทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน เป็นการนำเอาแนวคิดพื้นฐานในการออกแบบหลักการของการเล่นเกม เช่น แต้มสะสม (Points) ระดับขั้น (Levels) การได้รับรางวัล (Rewards) กระดานผู้นำ (Leaderboards) หรือจัดการแข่งขันระหว่างผู้เข้าร่วม (Competition) เป็นต้น มาประยุกต์ใช้ในบริบทอื่นที่ไม่ใช่การเล่นเกม โดยจำลองสภาพแวดล้อมให้เสมือนการเล่นเกม

เบญจภัค จงหมื่นไวย์ กริช กองศรีมา แสงเพ็ชร พระฉาย สายสุนีย์ จับโจร และอรัญ ซุยกระเดื่อง (2561) เกมมิฟิเคชัน หมายถึง เป็นการนำหลักการของการเล่นเกมมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น ไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นการเล่น

เกมที่จริงๆ แต่เป็นการเอาแนวคิดรูปแบบของการเล่นเกมมา เพื่อให้สามารถจัดกิจกรรมต่างๆ ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2561) ได้ให้แนวคิดเกมมิฟิเคชันว่า เป็นการนำองค์ประกอบหลักของเกมมารวมกัน ปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่ไม่ใช่เกมเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ และการใช้พฤติกรรมตอบสนองของนักเรียนด้วยกลไกของเกม เป็นการตอบสนองต่อความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ กล่าวคือ ความต้องการการยอมรับ การประสบความสำเร็จ ความต้องการชัยชนะในการแข่งขัน ความเอื้ออาทร การได้รับสิ่งตอบแทน เวลา การได้แสดงออกในตัวตน และผลย้อนกลับ เมื่อใช้บริบทเหล่านี้เข้าไปในการจัดกิจกรรมจึงทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการเข้าสังคม การเรียนอย่างรอบรู้ มีความสำเร็จ มีการแข่งขัน มีสถานภาพตัวตน การนำเกมมิฟิเคชันมาประยุกต์ใช้ในการเรียนจะสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน ได้แก่ คะแนน (Points) สัญลักษณ์ความสำเร็จ (Achievements Badges) ระดับความสำเร็จ (Levels) การมอบเป็นการกุศล (Gifting and Charity) เป้าหมาย (Goals) สิ่งตอบแทนเสมือน (VirtualRewards) และกระดานผู้นำ (Leaderboards)

พันทิพา อมรฤทธิ์ และศยามน อินสะอาด (2563) เกมมิฟิเคชัน หมายถึง เทคนิคหรือกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ประยุกต์แนวคิดของเกมและนำกลไกของเกมมาเป็นองค์ประกอบร่วมเพื่อสร้างการเรียนรู้บนพื้นฐานของการแข่งขัน มีความสนุก ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถกระตุ้นเร้าให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

จากการให้คำจำกัดความและความหมายของเกมมิฟิเคชันข้างต้น สรุปได้ว่า เกมิฟิเค-ชัน หมายถึง การนำกลไก เทคนิค แนวคิด ทฤษฎี วิธีการ หรือกลไกพื้นฐานของเกมมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนหรือออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อช่วยในการกระตุ้น และเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่นักเรียน โดยทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนไม่เหมือนการเรียนทั่วไปแต่เป็นเหมือนเกมการแข่งขันที่มีความสนุกสนาน ความท้าทาย มีความน่าสนใจ และนักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม จนทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมในการเรียนที่เปลี่ยนแปลงไปและมีทักษะเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ประเภทของเกมิฟิเคชัน

Kapp KM és Mesh R & Blair L (2014) ได้แบ่งประเภทของเกมมิฟิเคชันไว้เป็น 2 ประเภท คือ เกมมิฟิเคชันเชิงเนื้อหา (Content Gamification) และเกมมิฟิเคชันเชิงโครงสร้าง (Structural Gamification) ดังนี้

เกมมิฟิเคชันเชิงเนื้อหา (Content Gamification) คือ 2) เป็นการนำองค์ประกอบของเกมและการทำให้รูปแบบของเนื้อหาปรับเปลี่ยนไปให้มีความคล้ายกับเกมมากขึ้น หรือเป็นการเพิ่ม

องค์ประกอบต่างๆ เพื่อทำให้เนื้อหามีความใกล้เคียงกับเกมแต่ไม่ใช่เกม เพียงแต่เป็นการเพิ่มกิจกรรมหรือบริบทภายในเกมเพื่อนำไปสู่เนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ เช่น การเพิ่มองค์ประกอบของเรื่องในวิชาปฏิบัติหรือการเริ่มเรียนในรายวิชาด้วยความท้าทายแทนวัตถุประสงค์

เกมมิฟิเคชันเชิงโครงสร้าง (Structural Gamification) คือการใช้องค์ประกอบของเกมเพื่อขับเคลื่อนการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่ไม่มีการดัดแปลงหรือเปลี่ยนแปลง เนื้อหาไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของเกม แต่เป็นเพียงโครงสร้างที่ทำงานเหมือนกับเกม เป้าหมายหลักของการเล่นเกมประเภทนี้คือการสนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้โดยรับรางวัล เช่น นักเรียนจะได้รับคะแนนจากการดูวิดีโอหรือทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ การชมวิดีโอเพื่อดูหรือทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่ใช่องค์ประกอบหลักของโครงสร้างเกมมิฟิเคชันเชิงโครงสร้างแต่เป็นเพียงการให้ค่าคะแนนเท่านั้น ซึ่งได้แก่ ความสำเร็จ (Achievement) คะแนน (Point) เหรียญตรา (Badge) และ ระดับ (Level)

เบญจภัค จงหมื่นไวย์ กริช กองศรีมา แสงเพ็ชร พระฉาย สายสุนีย์ จับโจร และอรัญ ซุยกระเดื่อง (2561) กล่าวว่า ประเภทของเกมมิฟิเคชัน แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) เกมมิฟิเคชันแบบปัจจัยภายนอก เป็นการนำองค์ประกอบของเกมที่นำมาใช้ในการสร้างแรงจูงใจภายนอก เช่น การให้คะแนน ให้รางวัล หรือแถบแสดงสถานะความก้าวหน้าในเกม เป็นต้น 2) เกมมิฟิเคชันแบบการสร้างแรงจูงใจหรือปัจจัยภายใน เป็นการใช้กระบวนการจูงใจภายในและการออกแบบพฤติกรรมเพื่อสร้างการมีส่วนร่วมของผู้เล่น เช่น ความต้องการเป็นอิสระ ความเป็นตัวของตัวเอง จูงใจในด้านความต้องการมีสัมพันธภาพกับผู้อื่น ความต้องการเป็นผู้รอบรู้ และความต้องการบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ฯลฯ

จากประเภทของเกมิฟิเคชัน สามารถสรุปได้ว่าประเภทของเกมมิฟิเคชันมี 2 ประเภท ได้แก่ เกมิฟิเคชันเชิงเนื้อหา (Content Gamification) เกมิฟิเคชันเชิงโครงสร้าง (Structural Gamification) และ ซึ่งก็จะแบ่งเป็นปัจจัยที่เกิดขึ้นจากภายในและภายนอก

5.3 องค์ประกอบของเกมิฟิเคชัน

วรวิสุทธิ์ ภิญโญยาง (2556) ได้กล่าวเกี่ยวกับกลไกของเกมที่เป็นองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันมีดังนี้

1. คะแนนสะสม (Point) เป็นผลที่เกิดจากสะสมแต้มคะแนนที่มาจากเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ เป็นเครื่องมือใช้วัดความสำเร็จจากการทำงานได้

2. เหรียญตรา (Badges) เป็นสิ่งที่แสดงถึงความสามารถพิเศษและเป็นสิ่งที่สามารถรับได้หลังจากทำกิจกรรมที่ระบุเสร็จสิ้นเท่านั้น

3. ระดับชั้น (Level) เป็นการกำหนดให้ผู้เล่นต้องพยายามอย่างหนักเพื่อเอาชนะหรือแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เนื่องจากเกมจะยากขึ้นเรื่อย ๆ และหากสามารถเอาชนะได้จะทำให้รู้สึกภาคภูมิใจ

4. ตารางอันดับ (Leaderboard) จะเป็นตัวที่แสดงอันดับคะแนนที่ผู้เข้าแข่งขันสะสมภายในระยะเวลาหนึ่ง ส่งเสริมให้ผู้เล่นมีแรงจูงใจที่จะแข่งขันกับผู้อื่นในเกม

5. ความท้าทาย (Challenges) เป็นภารกิจที่ยากเกินที่จะทำคนเดียว ดังนั้นจึงเป็นภารกิจที่ต้องชักชวนเพื่อน ๆ ให้มาร่วมกันทำกิจกรรม

ภาสกร ใหลสกุล (2557) กล่าวว่า หัวใจสำคัญในการสร้างเกมมิฟิเคชัน ประกอบไปด้วย 2 องค์ประกอบ คือ กลไกของเกม (Game Mechanics) และพลวัตของเกม (Game Dynamics)

1. กลไกของเกม Game Mechanics คือ กฎและการโต้ตอบต่างๆ สิ่งนี้ทำให้มีช่วงเวลาที่สนุกสนานในเกม สามารถใช้เปลี่ยนของที่ไม่ใช่เกมให้เป็นเกมได้ ซึ่งจะมีหลายรูปแบบ หรือบางครั้งนำมารวมกัน เช่น ระดับ (Levels) แต้มสะสม (Points) ความท้าทาย (Challenges) การให้ของรางวัล (Gifts and charity) กระดานผู้นำ (Leaderboards) สินค้าเสมือน (Virtual goods and spaces) เป็นต้น

2. พลวัตของเกม (Game Dynamics) พฤติกรรมของมนุษย์ ที่ถูกขับดันโดยการเล่นเกมหรือความต้องการพื้นฐานของมนุษย์นั่นเอง เช่น รางวัล (Reward) การยอมรับ (Status) ความสำเร็จ (Achievement) ความเป็นตัวเอง (Self-expression) การแข่งขัน (Competition) การเห็นแก่ประโยชน์ผู้อื่น (Altruism)

จุฑามาศ มีสุข (2558) กล่าวว่าเกมมิฟิเคชันมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบดังนี้

1. รูปแบบที่ตามเกม เกมมิฟิเคชั่นมีรูปแบบของเกมเป็นฐานโดยประยุกต์ กลไกและแนวคิดเกี่ยวกับเกมมาใช้เพื่อเพิ่มความสนุกสนานมากยิ่งขึ้น ได้แก่ การสะสมแต้ม/คะแนน (Score) ตารางคะแนน (Scoreboard) การเลื่อนระดับ (Level) และรางวัล (Reward)

2. การจูงใจให้เกิดพฤติกรรม เป็นองค์ประกอบสำคัญของเกมมิฟิเคชัน เพื่อสร้างแรงจูงใจให้กับกลุ่มเป้าหมายเกิดพฤติกรรมตามที่ต้องการและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ได้แก่ การออกแบบกิจกรรมให้น่าสนใจโดยการกำหนดภารกิจต่างๆ และการสร้างความท้าทาย (Challenge) ในการทำกิจกรรมที่มีลักษณะไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปเพื่อให้เกิดการแก้ปัญหา

3. การมีปฏิสัมพันธ์ รูปแบบเกมมิฟิเคชันช่วยส่งเสริมความสัมพันธ์ ระหว่างกันของกลุ่มเป้าหมาย มีการวางแผนการทำงาน พูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และมี ส่วนช่วยกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาหรือการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล (2561) กล่าวว่า ในการออกแบบเกมมิฟิเคชันควรคำนึงถึงองค์ประกอบดังนี้

1. กลไกของเกมมิฟิเคชั่น คือ เป็นโครงสร้างหลักของเกม รวมถึงวิธีการเล่นกฎ กติกา รางวัล เป้าหมายของเกม หรือวิธีการโต้ตอบต่างๆ เป็นต้น องค์ประกอบที่แตกต่างกันเหล่านี้จะส่งผลให้มีกิจกรรมต่างๆ เกิดขึ้นในเกม จะต้องกำหนดกลไกของเกมก่อนที่ผู้เล่นจะเริ่มเล่นเกม ตัวอย่างเกมรวมถึงกลไกที่ใช้กันทั่วไป เช่น แต้มสะสม การได้รับรางวัล ระดับขั้น สินค้าเสมือน การให้ของขวัญแก่กัน กระดานผู้นำ เป็นต้น

2. พลวัตของเกมมิฟิเคชั่น เป็นการกระทำหรือปฏิกิริยาที่ขับเคลื่อนโดยการใช้กลไกของเกม โดยที่พฤติกรรมหรือปฏิกิริยาเหล่านี้พยายามตอบสนองความต้องการ และความปรารถนาพื้นฐานของมนุษย์ที่เกิดขึ้นขณะเล่นเกม เช่น การต้องการความสำเร็จ การได้รับรางวัลตอบแทน การแข่งขัน การต้องการการยอมรับ การแสดงออกในความเป็นตัวตนของตนเอง และการแสดงความเอื้ออาทร

3. อารมณ์ คือ ความรู้สึกของผู้เล่นเมื่อเล่นเกม ที่มีการขับเคลื่อนโดยกลไกของเกม และตอบสนองต่อพลวัตของเกม ความรู้สึกที่เกิดขึ้นมีหลากหลายลักษณะทั้งเชิงบวกและเชิงลบ เช่น ความสุข ความเศร้า ความผิดหวัง ความตื่นเต้น ความประหลาดใจ ความยินดี ความเบื่อหน่าย เป็นต้น

เบญจภัค จงหมื่นไวย์ กริช กองศรีมา แสงเพ็ชร พระฉาย สายสุนีย์ จับโจร และอรัญ ซุยกระเดื่อง (2561) กล่าวว่า เนื่องจากแนวคิดเกมมิฟิเคชัน คือการประยุกต์กลไกการออกแบบเกมในกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากเกม ดังนั้นการออกแบบตามทฤษฎีพื้นฐานของการออกแบบเกมจึงมีองค์ประกอบสำคัญ โดยที่ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึง องค์ประกอบ 3 องค์ประกอบดังนี้ Robson et al (2015 อ้างถึงใน เบญจภัค จงหมื่นไวย์ กริช กองศรีมา แสงเพ็ชร พระฉาย สายสุนีย์ จับโจร และอรัญ ซุยกระเดื่อง, 2561)

1. กลไกของเกมมิฟิเคชัน มีโครงสร้างหลักของเกมที่ประกอบด้วย ดังนี้

1. รูปแบบการแข่งขัน กฎและข้อบังคับ รางวัล วัตถุประสงค์การแข่งขัน หรือวิธีการโต้ตอบต่างๆ เป็นต้น ส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้กระบวนการต่าง ๆ เกิดขึ้นในเกม ต้องมีการกำหนดกลไกของเกมขึ้นมาก่อนที่ผู้เล่นจะเริ่มเล่นเกม ตัวอย่างของกลไกของเกมที่ได้รับความนิยม ได้แก่ คะแนนสะสม ระดับ รางวัล สินค้าเสมือนจริง กระดานผู้นำ และการมอบของขวัญ เป็นต้น

2. พลวัตของเกมมิฟิเคชัน (Gamification dynamics) การกระทำของผู้เล่น จะขับเคลื่อนผ่านการใช้กลไกของเกม พฤติกรรมเหล่านี้มีการตอบสนองต่อความต้องการ และความปรารถนา โดยที่ความปรารถนาพื้นฐานของมนุษย์ มีความต้องการพื้นฐาน และลักษณะพฤติกรรมในการเล่นเกม เช่น ความต้องการประสบความสำเร็จ ความต้องการได้รับรางวัลตอบแทน ความต้องการการแข่งขันกัน ความต้องการการยอมรับ การแสดงออกถึงความเป็นตัวตนของตนเอง และการแสดงความเอื้ออาทร ทั้งนี้กลไกของเกมมิฟิเคชันและพลวัตของเกมมิฟิเคชันมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันเป็นอย่างมาก

3. อารมณ์ (Emotions) เป็นความรู้สึกของผู้เล่นที่เกิดขึ้นในขณะที่เล่นเกมเป็นผลมาจากปัจจัยที่ขับเคลื่อนโดยกลไกของเกม และการตอบสนองต่อพลวัตของเกม ธรรมชาติของอารมณ์ที่เกิดขึ้นมีหลายรูปแบบ ปัจจัยทางบวกและทางลบ เช่น ความสุข ความตื่นเต้น ความเศร้า ความผิดหวัง ความประหลาดใจ ความสนุกสนาน ความเบื่อหน่าย เป็นต้น เมื่อออกแบบ gamification ที่ดี ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่จะช่วยให้ผู้เล่นมีความเพลิดเพลินและเกิดความสนุกสนานกับการเล่นเกม เนื่องจากภาวะอารมณ์ของผู้เล่นเป็นแรงกระตุ้นที่สำคัญในการต้องการเล่นเกมต่อไปและสร้างความสัมพันธ์

เกมที่มีองค์ประกอบทั้ง 3 ข้อข้างต้น เป็นสิ่งที่ผู้ออกแบบที่ใช้แนวคิดการเล่นเกมต้องพิจารณา ซึ่งส่วนประกอบแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กัน การสร้าง ดัดแปลง หรือเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหนึ่งก็จะส่งผลต่อองค์ประกอบอื่นๆ ด้วย จึงกล่าวได้ว่าการประยุกต์ใช้แนวคิด gamification ให้ประสบความสำเร็จนั้นเกิดจากการทำความเข้าใจองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนข้างต้น

สุทธิกร กรมทอง (2559) ได้กล่าวสรุปขององค์ประกอบ ของเกมิฟิเคชั่นไว้ 5 องค์ประกอบ

1. แนวคิดและกลไกของเกม ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการเป็นผู้นำ การใช้แนวคิดของ gamification แนวคิดการคิดของเกมนี้กำลังพิจารณาการเชื่อมโยงประสบการณ์ในชีวิตประจำวันกับกิจกรรมที่มีองค์ประกอบของการแข่งขัน การทำงานร่วมกัน และการสอบถาม และการดำเนินคดียังเกี่ยวข้องกับกลไกของเกมด้วย ซึ่งรวมถึงกลไกของเกมที่ประกอบด้วยระดับต่าง ๆ (ระดับ) แต้ม รับเหรียญตรา แต้มพิเศษ และการจำกัดเวลา

2. พฤติกรรมเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้ใช้ คือ เป้าหมายที่ชัดเจนของกระบวนการที่ออกแบบโดยเกมิฟิเคชั่นนั้น เพื่อให้ได้รับความสนใจจากผู้ใช้ และทำให้ผู้ใช้เข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับ กระบวนการนั้น การสร้างแรงจูงใจ และการมีส่วนร่วมของผู้ใช้จึงเป็นจุดมุ่งหมายหลักของเกมิฟิเคชั่น

3. กลุ่มเป้าหมายของผู้ใช้งาน นักเรียน กลุ่มลูกค้า หรือผู้ใช้งานล้วนเป็นไปได้ และกลุ่มเหล่านี้จะได้รับแรงจูงใจให้เข้าร่วมในกระบวนการหรือกิจกรรมที่ออกแบบไว้ นำไปสู่การดำเนินการต่อไป

4. รางวัลจูงใจ เป็นสิ่งที่สำคัญในระบบของเกมิฟิเคชัน ระบบการรับรางวัลจะตรวจสอบความรู้และความจำ สถานะการเข้าถึงและการเข้าถึงสิทธิ์พิเศษขึ้นอยู่กับระบบ

5. การวัดพฤติกรรม เป็นการวัดขอบเขตที่ผู้ใช้ใช้ระบบของเกมิฟิเคชัน ประกอบด้วยระบบการวัดที่มีระยะเวลาการใช้งานซึ่งวัดคุณภาพของความสามารถ พฤติกรรม และการยอมรับของผู้ใช้รายอื่นที่ประสบความสำเร็จ

จากการศึกษาองค์ประกอบของเกมิฟิเคชัน พบว่าในงานวิจัยแต่ละท่านมีการใช้องค์ประกอบที่หลากหลาย ผู้วิจัยจึงทำการสังเคราะห์องค์ประกอบของเกมิฟิเคชัน ดังตาราง 4

ตาราง 4 การสังเคราะห์องค์ประกอบของเกมิฟิเคชัน

ชื่อผู้วิจัย/ กลไกของเกม	**แต้มสะสม** (Points)	**เหรียญตราสัญลักษณ์** (Badges)	**ลำดับขั้น** (Levels)	**ตารางอันดับ/ กระดานผู้นำ** (Leaderboard)	**ความท้าทาย** (Challenges)	**สินค้าเสมือน** (virtual goods)	**การให้ของขวัญ** (Gifting and charity)	**เป้าหมาย** (Goals)	**กฎ** (Rules)	**เวลา** (Time)	**ผลย้อนกลับ** (Feedback)
ภาสกร ใหลสกุล (2557)	✓		✓	✓	✓	✓					
จันทิมา เจริญผล (2558)	✓	✓	✓	✓	✓						
ศุภกร ถิรมงคลจิต (2558)	✓	✓	✓								
กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย (2560)	✓						✓	✓	✓	✓	✓
สุรพล บุญลือ (2560)	✓	✓	✓	✓	✓						
สุชัญญา เยี้องกลาง (2560)	✓	✓	✓	✓	✓						
ยืน ภู่วรวรรณ (2560)	✓	✓	✓			✓					
จิราภร คุ้มมณี (2561)	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓

ตาราง 4 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย/ กลไกของเกม	แต้มสะสม (Points)	เหรียญตราสัญลักษณ์ (Badges)	ลำดับขั้น (Levels)	ตารางอันดับ/ กระดานผู้นำ (Leaderboard)	ความท้าทาย (Challenges)	สินค้าเสมือน (virtual goods)	การให้ของขวัญ (Gifting and charity)	เป้าหมาย (Goals)	กฎ (Rules)	เวลา (Time)	ผลย้อนกลับ (Feedback)
ใจทิพย์ ณ สงขลา (2561)	✓		✓			✓	✓	✓		✓	✓
จีรนันท์ ครุธาโรจน์ (2563)	✓	✓	✓	✓	✓						
ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล (2561)	✓	✓	✓	✓		✓	✓				
นครินทร์ สุกใส (2560)	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓	✓
วชิราพร ภักค์คุณพันธ์ (2561)		✓	✓	✓	✓						

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยข้างต้น พบว่าแต่ละงานวิจัยมการเลือกใช้องค์ประกอบที่ไม่แตกต่างกัน และควบคู่กับการศึกษาบริบทของนักเรียนที่กลุ่มที่ทำการวิจัย ดังนั้นผู้วิจัยเลือกใช้องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน เพื่อนำไปออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ แต้มสะสม (Points) เหรียญตราสัญลักษณ์ (Badges) ลำดับขั้น (Levels) ตารางอันดับ/กระดานผู้นำ (Leader board) ความท้าทาย (Challenges)

1. แต้มสะสม (Points) หรือคะแนนสะสม เป็นสิ่งที่ถูกกำหนดไว้ในการทำกิจกรรมต่างๆ เมื่อผู้เล่นทำกิจกรรมนั้นสำเร็จ เป็นสิ่งที่ใช้วัดความสำเร็จจากสิ่งที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมเสร็จเรียร้อย

2. เหรียญตราสัญลักษณ์ (Badges) เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความพิเศษบางอย่างของกิจกรรม ซึ่งผู้เล่นจะต้องทำตามกิจกรรม/ภารกิจพิเศษที่กำหนดไว้ มีเงื่อนไขพิเศษบางอย่างในการได้มา

3. ลำดับขั้น (Levels) เป็นสิ่งที่พบเห็นในทุกเกม คือมีระดับความยากง่าย ปานกลางของเกม ซึ่งจะมีความยากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อให้ผู้เล่นรู้สึกว่าต้องใช้ความพยายามในการเอาชนะ และเมื่อได้รับชัยชนะก็จะทำให้เกิดความภาคภูมิใจ

4. ตารางอันดับ/กระดานผู้นำ (Leader board) เป็นการจัดอันดับจากคะแนนสะสมในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อกระตุ้นให้เกิดการแข่งขันระหว่างผู้เล่นภายในเกม

5.4 การประยุกต์ใช้เกมิฟิเคชันด้านการจัดการเรียนรู้

กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย (2560) กล่าวว่าเราสามารถนำหลักการของเกมิฟิเคชันมาประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษาเพื่อช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้มีความสนุกสนานมากขึ้น เนื่องจากทำให้นักเรียนรู้สึกว่าอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นเกม มีเป้าหมายในการเรียนรู้ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์การมีส่วนร่วม การสะสมแต้ม การให้รางวัล การเลื่อนระดับ นักเรียนจะซึมซับเนื้อหาโดยไม่รู้ตัวผ่านกิจกรรมที่ใช้กลไกของเกมิฟิเคชั่น เป็นการเรียนรู้ผ่านการเล่นและเรียนไปในเวลาเดียวกัน เรียกว่า เพลย์แอนด์เลิร์น = เพลิน (Play and Learn = Plearn)

Huang; & Soman (2013 อ้างถึงในวชิราพร ภักค์คุณพันธ์, 2561) กล่าวว่าขั้นตอนของการประยุกต์ใช้เกมมิฟิเคชัน ในด้านการศึกษา สามารถสรุปได้ 5 ขั้นตอนได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับบริบทของกลุ่มเป้าหมาย (Understanding the Target Audience and the Context) ครูผู้สอนทำความเข้าใจนักเรียนโดยการวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับกลุ่มเป้าหมาย เช่น อายุ ความสามารถในการเรียนรู้ ความสามารถพื้นฐาน ความรู้ในปัจจุบัน เป็นต้น นอกจากนี้การวิเคราะห์บริบทต่าง ๆ ทำให้ผู้สอน ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับขนาดของกลุ่มนักเรียน ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

2. ขั้นกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (Defining Learning Objectives) ครูผู้สอนกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนทราบสิ่งที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้หลังจากได้เรียนรู้แล้ว โดยจุดประสงค์การเรียนรู้แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ทั่วไป (General Instructional Goals) จุดประสงค์การเรียนรู้เฉพาะ (Specific Learning Goals) และจุดประสงค์ การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม (Behavioral Goals)

3. ขั้นการจัดโครงสร้างประสบการณ์ (Structuring the Experience) เพื่อให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรพิจารณาจากลำดับความสำคัญของเนื้อหาหรือความจำเป็นของเนื้อหาหรือ จากง่ายไปยาก

4. ขั้นระบุทรัพยากร (Identifying Resources) ครูผู้สอนคำนึงถึงแหล่งทรัพยากรที่มีอยู่ในปัจจุบันและทรัพยากรที่จำเป็นต้องจัดหาเพิ่มเติมสำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครบถ้วน

5. ขั้นกำหนดใช้องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน (Applying Gamification Elements) สามารถพิจารณาถึงการนำแนวคิดของเกมมิฟิเคชันและการออกแบบเกมมาปรับใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งอาจ แบ่งกลุ่มได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาตนเองและกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับผู้อื่น

ชนัตถ์ พูนเดช และธนิตา เลิศพรกุลรัตน์ (2559) กล่าวถึง การนำแนวคิดเกมมิฟิเคชันมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเช่นกัน โดยมีเป้าหมายหลัก คือการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากเข้ามาเรียนรู้และเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งเกิดความผูกพันในการเรียน ในช่วง 5 ปี ที่ผ่านมา การนำเกมมิฟิเคชันมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นเป็นที่นิยมอย่างมาก รวมทั้งมีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจากผลการวิจัยที่นำเอาแนวคิดนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในสถาบันการศึกษาหลาย ๆ แห่ง พบข้อสรุปสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันว่าการใช้แนวคิดนี้ในการจัดการเรียนรู้นั้นส่งผลในทางบวกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนในหลากหลายด้าน เช่น ช่วยฝึกทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของนักเรียนให้ สูงขึ้น เสริมสร้างจินตนาการ ช่วยสร้างแรงจูงใจ การมีส่วนร่วมในการเรียน รวมทั้งยังเพิ่มความสนใจและความผูกพันในการเรียนของนักเรียน

ยืน ภู่วรวรรณ (2558) เสนอแนวทางการใช้หลักการเกมสร้างนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ (Gamification) ว่าธรรมชาติของการเรียนรู้ของเด็กคือการเล่น ความสนุกท้าทายจากการเล่นเป็นสิ่งที่จูงใจให้เด็กมีความสนใจ และอยากกระทำการเล่นเพื่อเรียน (Play for Learn) จึงเป็นประเด็นที่มีการให้ความสนใจและนำหลักการของเกมมาใช้ในเด็ก ซึ่งสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้ดี และหากดูพัฒนาการทางด้านเกมคอมพิวเตอร์ พบว่ามีพัฒนาการก้าวเร็วไปมาก มีการสร้างเกมสนุกท้าทาย และเป็นที่ชื่นชอบของเด็ก ๆ เป็นจำนวนมาก เด็กให้ความสนใจเกี่ยวกับเกมเป็นอย่างมาก

เกมบางเกมสามารถดึงดูดความสนใจของเด็กเมื่อเล่นแล้วไม่ อยากเลิก จนสามารถทำให้เด็กติดเกม ได้ดังนั้นการสร้างและพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์จึงมีเทคนิค วิธีการ และหลักการ มีการออกแบบการสร้างโดยอาศัยจิตวิทยาดึงดูดความสนใจ หากได้นำเอาเทคนิควิธีการ หลักการ หรือประสบการณ์จากการออกแบบเกม (Gamification) มาใช้กับการศึกษาหรือการเรียนรู้ของเด็ก น่าจะทำให้การศึกษาเป็นสิ่งที่สนุก ชื่นชอบ และน่าสนใจของเด็ก สามารถดึงดูดให้เด็กสนใจในการเรียนรู้มากขึ้น ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

1. การให้แต้ม (Point) เป็นวิธีสร้างแรงจูงใจ เมื่อทำกิจกรรมหนึ่ง ๆ ได้ผล หรือชนะในการทำกิจกรรม ก็ได้แต้ม มีการสะสมแต้ม แลกรางวัล

2. การจัดลำดับ (Levels) เป็นการจัดลำดับ ให้มีลำดับที่หนึ่ง ที่สอง เหมือนกับการขึ้นแท่นรับรางวัล

3. การให้เข็มกลัด (Badges) เมื่อทำกิจกรรมบางกิจกรรม หรือสะสมการทำกิจกรรมการเรียนรู้ หรือการแข่งขันถึงที่หมาย การมอบเข็ม มอบดาว เพื่อแสดงสถานะ

4. สิ่งของเสมือนจริง (Virtual Goods) ในเกมแต่เป็นสินค้าที่แลกหรือมีค่าเป็นอาวุธ เป็นไอเท็ม ที่มีความหมายในการใช้ประโยชน์ในเกม

5. คูปอง (Coupons) หรือการ์ด (Card) เป็นการให้คูปองเพื่อนนำมาแลกกับสิ่งของอื่นๆ ซึ่ง อาจจะอยู่ในเกมหรือนอกเกม เช่น ถ้าเล่นได้ผลดีจนได้คูปอง มาแลกน้ำหวาน เครื่องดื่ม เป็นต้น

การออกแบบกิจกรรมที่อาศัยหลักการของเกม ต้องเข้าใจเรื่องจิตวิทยา และการตอบสนองใน สังคมและการเล่นเกม ในปัจจุบัน ในทางธุรกิจมีการใช้หลักการของเกมกันมาก และการจัดกิจกรรม หรือการสร้าง สื่อเพื่อการเรียนรู้ จำเป็นต้องเน้นความสนุกสนาน โดยอาจนำหลักการของเกมออนไลน์มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เป็น กิจกรรมที่น่าสนใจต่อการเรียนรู้การออกแบบกิจกรรมเรียนรู้ต้องเน้นความสนุก ความท้าทายต่อการเรียนรู้ เพื่อให้เห็นว่าการศึกษาก็สามารถทำให้สนุกและน่าสนใจได้

5.5 ขั้นตอนการพัฒนาเกมิฟิเคชัน

กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย (2560)กล่าวว่า การทำเกมมิฟิเคชั่น (หรือเรียกว่า Gamify) คือ การผสานกลไกของเกมเข้ากับการเรียนรู้ของนักเรียน ใช้รางวัลเพื่อจูงใจผู้เล่นที่บรรลุเป้าหมาย หรือประสบความสำเร็จตามที่ตั้งไว้ อาจจะเป็นแต้ม (Point) เข็มหรือตรารับรอง (Badge) หรือการได้เลื่อนระดับขั้น (Level) โดยมี 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ระบุผลการเรียนรู้ (Identify Learning Outcomes) ครูต้องกำหนด และอธิบายผลการเรียนรู้แก่นักเรียน เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดแก่นักเรียน

2. เลือกแนวคิดที่ยิ่งใหญ่ (Choose a Big Idea) ครูต้องเลือกสิ่งที่ทำให้นักเรียนมีความท้าทายและสามารถสอนต่อได้จนจบ นักเรียนจะต้องสามารถใช้ผลการเรียนรู้ได้

3. เรื่องราวของเกม (Storyboard the Game) มีการดำเนินการทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยเป็นเรื่องราวตั้งแต่จุดเริ่มต้นของเกม

4. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Design Learning Activities) กิจกรรมการเรียนรู้จะดำเนินการในช่วงการสอน ครูต้องออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

5. สร้างทีม (Build Teams) เกมนี้สามารถเล่นคนเดียวหรือเป็นทีมก็ได้ การทำงานเป็นทีมช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางสังคมได้มากกว่าการเล่นคนเดียว

6. ประยุกต์ใช้พลวัตของเกม (Apply Game Dynamics) จะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าเกมที่สร้างนั้นตรงตามมาตรฐานของเกม เช่น แรงจูงใจ การเพิ่มเลเวล การแข่งขัน การยอมรับความล้มเหลว ความท้าทาย รางวัล และเสรีภาพในการตีความส่วนบุคคล

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล (2561) กล่าวว่าการประยุกต์ใช้เกมมิฟิเคชั่นกับการเรียนการสอนในห้องเรียน ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. ผู้สร้างมีความจำเป็นต้องวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมาย โดยอาจจะต้องศึกษาคุณลักษณะ ต่าง ๆ ของกลุ่มเป้าหมาย เช่น ระดับอายุ ทักษะการใช้เครื่องมือ ระดับชั้น ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม ข้อจำกัดของกลุ่มเป้าหมาย

2. กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เมื่อจบเกมแล้วผู้สร้างมีจุดประสงค์ปลายทางใดที่จะให้กลุ่มเป้าหมายเกิด เช่น การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเกิดทักษะใดทักษะหนึ่ง

3. การกำหนดโครงสร้างเนื้อหาของเกม โดยผู้สร้างจะต้องกำหนดเนื้อหาของการเรียนรู้ที่จะให้กลุ่มเป้าหมายได้เรียนรู้ ลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก หรือเนื้อหาเชื่อมโยงกันสามารถเรียนรู้ได้ทุกตอน ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมาย และความต้องเรียนเรียนรู้

4. วางแผนกลยุทธ์ของเกม หรือกิจกรรม หรือภารกิจ ต่างๆ ที่อยากให้ผู้เล่นทำตามลำดับขั้นวางกติกาต่าง ๆ ของเกม หรือกิจกรรม โดยดึงเอาส่วนประกอบของเกมมิฟิเคชั่น เช่น แต้มสะสม (Points) และกระดานผู้นำ (Leaderboards) มาใช้ เช่น นำแต้มสะสม มาให้คะแนนตามความยากง่ายของเกม หรือกิจกรรมนั้น ๆ นำระดับขั้น (Levels) มาให้ผู้เล่นตามจำนวนเวลาที่ผู้เล่นมีกับเกม หรือกิจกรรมโดยถือว่าเป็นค่าประสบการณ์ของผู้เล่น นำแบจด์ (Badge) มาแจกเมื่อผู้เล่นทำกิจกรรมพิเศษที่คุณซ่อนเอาไว้ในเกม หรือกิจกรรม กระดานผู้นำมาให้ผู้เล่นได้เห็นเด่นชัดในเกม หรือกิจกรรมในหน้าข้อมูลส่วนตัว (Profile) ของผู้เล่น

จากการศึกษาขั้นตอนของการพัฒนาเกมมิฟิเคชันสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมาย ผู้สร้างต้องมีการวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมายก่อน เช่น ระดับ อายุ ความสนใจของแต่ละช่วงวัย ข้อจำกัดของกลุ่มเป้าหมาย ทักษะของกลุ่มเป้าหมาย เป็นต้น

2. กำหนดวัตถุประสงค์/จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ เมื่อเกมจบผู้เล่นจะมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป หรือเกิดทักษะใดทักษะหนึ่งขึ้น

3. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สร้างเป็นผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ระยะเวลาในการทำกิจกรรม รูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ รวมไปถึงการกำหนดเนื้อหาของการเรียนรู้ ที่จะให้กลุ่มเป้าหมายได้เรียนรู้ ลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก เป็นต้น

4. การออกแบบกลยุทธ์หรือการประยุกต์ใช้พลวัตของเกมมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้สร้างต้องคำนึงถึงส่วนประกอบของเกมมิฟิเคชัน เช่น การสะสมแต้ม กระดานผู้นำ ระดับขั้น และอื่น ๆ มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.6 ประโยชน์ของเกมิฟิเคชัน

จุฑามาศ มีสุข (2558) กล่าวถึงประโยชน์ของเกมมิฟิเคชัน ดังนี้

1. เกมมิฟิเคชันช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้
2. ส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหา
3. ส่งเสริมและสร้างแรงจูงใจแก้บุคคล
4. ส่งเสริม ปรับปรุงและการพัฒนาพฤติกรรม
5. ส่งเสริมพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
6. ช่วยพัฒนาความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียน

พิชญะ โชคพล (2558)กล่าวถึงประโยชน์ของเกมมิฟิเคชัน ดังนี้

1. ส่งเสริม พัฒนาการเรียนรู้
2. กระบวนการคิดแก้ปัญหา
3. สร้างแรงจูงใจ
4. ส่งเสริมทักษะทางสังคม

จากประโยชน์ของเกมิฟิเคชัน สามารถสรุปได้ว่า เกมิฟิเคชันช่วยในการส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียน มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ส่งเสริมปรับปรุงและการพัฒนาพฤติกรรม ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ช่วยในการพัฒนาความฉลาดทางอารมณ์ได้เช่นเดียวกัน

5.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเกมมิฟิเคชัน

พรรณิสรา จั่นแย้ม (2558) ทำการพัฒนาชุดกิจกรรมด้วยกลยุทธ์เกมมิฟิเคชัน และผังความคิดกราฟิกแบบร่วมมือออนไลน์ในการเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เชิงธุรกิจและจริยธรรมของนักศึกษาปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่า 1) ความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนบริหารธุรกิจและผู้เชี่ยวชาญสรุปได้ว่า การใช้ตัวอย่างจากสถานการณ์ที่ท้าทายเป็นวิธีการสอนจริยธรรมธุรกิจที่จะช่วยให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์และแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ทั้งนี้ควรเป็นกิจกรรมที่สนุกสนานผ่านระบบออนไลน์โดยใช้เกมมิฟิเคชันเพื่อให้เกิดการแข่งขันร่วมกับการได้รับผลสะท้อนกลับและการให้รางวัล อย่างมีความหมาย 2) กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เชิงธุรกิจและจริยธรรมหลังเรียนแตกต่างจากกลุ่มควบคุม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุชัญญา เยื้องกลาง (2560) ทำการศึกษาผลของการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สู่ชีวิตจริงระดับประถมศึกษา โดยการพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เกมิฟิเคชั่นเป็นฐาน มีผลการวิจัยพบว่า 1. ระบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เกมิฟิเคชั่นเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สู่ชีวิตจริงระดับประถมศึกษา มี 5 องค์ประกอบ คือ 1) ปัจจัยนำเข้า 2) กระบวนการ 3) การควบคุม 4) ผลลัพธ์ 5) ข้อมูลป้อนกลับ และผลการประเมินระบบการเรียนการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิให้การรับรองว่าสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนกับนักเรียนในระดับประถมศึกษาได้ 2. ผลการใช้ระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สู่ชีวิตจริง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

วชิราพร ภักค์คุณพันธ์ (2561) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่าง มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.96 คิดเป็นร้อยละ 51.84 ซึ่งไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จิราภรณ์ ตั้งสกุล (2563) ทำการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสำหรับนักศึกษาพยาบาล ผลการวิจัยพบว่า สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสำหรับนักศึกษาพยาบาล ประกอบด้วย 3 สมรรถนะย่อย ดังนี้ 1) ด้านการสร้างความ เข้าใจร่วมกัน 2) ด้านการเลือกวิธีการแก้ปัญหา 3) ด้านการทำงานร่วมกัน ซึ่งประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้พบว่า 1) ค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักศึกษาพยาบาลที่นักเรียนประเมินตนเองหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักศึกษาพยาบาลหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดี และ 3) ค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักศึกษาพยาบาล มีแนวโน้มสูงขึ้นตามช่วงเวลาที่ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภัทราวรรณ สุรรณวาปี และ อิศรา ก้านจักร (2563) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องการแก้ปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชา วิทยาการคำนวณ ผลการวิจัยพบว่า 1) สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชั่นเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องการแก้ปัญหามี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ สถานการณ์ปัญหา ศูนย์การเรียนรู้ ศูนย์ความช่วยเหลือ ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และผู้เชี่ยวชาญ 2) นักเรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน มีคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศุภกร ถิรมงคลจิต (2558) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดเกมิฟิเคชัน มีผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดเกมิฟิเคชันมีแรงจูงใจในการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดเกมิฟิเคชันมีแรงจูงใจในการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเกมมิฟิเคชัน พบว่า การนำแนวคิดเกมมิฟิเคชันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นส่วนใหญ่มีนำแนวคิดเกมมิฟิเคชันมาเป็นตัวช่วยเสริมการจัดการเรียนรู้หรือมาเป็นส่วนในการช่วยสนับสนุนการสอนในรูปแบบต่างๆ จะเห็นได้ว่าการนำแนวคิดเกมิฟิเคชันมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น สามารถช่วยในการสร้างแรงจูงใจในการเรียนแก่

นักเรียน ช่วยให้นักเรียนใจจดใจจ่อกับการเรียน ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำแนวคิดเกมิฟิเคชันมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมแก่นักเรียน

ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม พบว่าสาเหตุของการที่นักเรียนยังขาดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม มาจากหลายสาเหตุ ซึ่งพบปัญหาที่สอดคล้องกัน คือนักเรียนขาดทักษะการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่สามารถแบ่งปัญหาหรือระบบที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆได้ ผู้สอนจัดเนื้อหาการเขียนโปรแกรมอย่างง่ายไม่ครบถ้วนตามตัวชี้วัด นักเรียนมีความรู้พื้นฐานในการเขียนโปรแกรมน้อย เนื้อหารายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ค่อนข้างยาก และซับซ้อน แต่มีระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนค่อนข้างจำกัด ทำให้ไม่ตอบสนองต่อความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียนที่แตกต่างกัน นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ทันไม่ได้ฝึกพัฒนาทักษะการคิด ไม่ได้ลงมือปฏิบัติ ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ในการทำงานได้ นักเรียนไม่มีสื่อในการกลับไปฝึกฝนการเขียนโปรแกรม ผู้วิจัยจึงนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนวิเคราะห์ทำความเข้าใจและหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากรู้เกิดกระบวนการคิดอย่างมีเหตุและผล ร่วมกันค้นคว้าหาความรู้ผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมกันตรวจสอบผลการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้นๆ ได้ จึงนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แต่เนื่องจากปัญหาในเรื่องของระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่มีค่อนข้างจำกัด ผู้วิจัยจึงนำห้องเรียนกลับด้านมาเป็นส่วนเสริมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำเกมิฟิเคชันมาช่วยในการสร้างแรงจูงใจในการเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความ ท้าทาย มีความสนุกสนาน ส่งผลทางบวกต่อผลลัพธ์ในการเรียนของนักเรียนได้หลายด้าน ผู้วิจัยจึง นำกระบวนการจัดการเรียนการสอนทั้ง 3 กระบวนการมาบูรณาการในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชันมาพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมแก่นักเรียน

6. แนวคิดที่เกี่ยวกับแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน (The Solomon Four - Group Experiment)

6.1. การทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

ปราโมทย์ วงศ์สวัสดิ์ (2561, น. 141) กล่าวว่า แบบแผนการทดลองที่แท้จริง ชนิดสี่กลุ่มโซโลมอนโดยการสุ่ม (The randomized solomon four-group design) เป็นแบบแผนการทดลองที่นำแบบแผนการเชิงทดดลองที่แท้จริง ชนิดศึกษาสองกลุ่มโดยการสุ่ม วัดหลังการทดลอง และชนิดศึกษาสองกลุ่มโดยการสุ่ม วัดก่อนและหลังการทดลองมารวมกัน

องอาจ นัยพัฒน์ (2551, น. 277) กล่าวว่า แบบศึกษาโดยการสุ่มสี่กลุ่มแบบ Solomon (randomized Solomon four group) แผนแบบการทดลองนี้ Solomon เป็นผู้พัฒนาขึ้น โดยปรับปรุงแก้ไขจุดอ่อนหรือข้อจำกัดของแบบแผนการทดลองโดยการสุ่มสอบกลุ่มวัดผลสองครั้งและแบบสุ่มวัดผลครั้งเดียว โดยผสมผสานแผนแบบทั้งสองนี้เข้าด้วยกัน

เฟื่องลัดดา จิตจักร (2558, น. 44) กล่าวไว้ในงานวิจัยว่า การทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน เป็นแบบแผนการทดลองที่มีการควบคุมอย่างเคร่งครัด หรือเป็นแบบแผนการทดลองที่แท้จริง เป็นแบบแผนการทดลองที่เสนอการออกแบบการทดลองที่ผสมผสาน การศึกษาที่มีการสุ่มตัวอย่างสองกลุ่มวัดผลสองครั้งและการสุ่มกลุ่มตัวอย่างวัดผลครั้งเดียวก่อนเรียน และหลังเรียน เพื่อแก้ไขจุดอ่อนของวิธีการทดลองทั้งสองรูปแบบ และแก้ไขปัญหาปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรก่อนการทดสอบและตัวแปรทดลองด้วยการเพิ่มกลุ่มควบคุมแต่ไม่เพิ่มตัวแปรทดลองให้กับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะต้องมีลักษณะเหมือนกันที่ส่งผลต่อตัวแปรตาม โดยการที่แบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอนนั้นออกแบบมาเพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องความตรงภายนอก

ขวัญจิรา อินทร์เอี่ยม (2553, น. 48) กล่าวไว้ในงานวิจัยว่า การทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน (The Solomon Four-Group Experiment) เป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยเชิงทดลองเสนอโดยโซโลมอน จากบทความเรื่อง An extension of control group design ในปี ค.ศ.1949 เนื่องจากต้องการแก้ไขปัญหาการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างการทดสอบก่อนการทดลองกับตัวแปรจัดกระทำและการนำเสนอรูปแบบการทดลองที่มีการออกแบบนอกเหนือจากการทดลองเบื้องต้นที่มีข้อจำกัดของตัวแปรแทรกซ้อน การจัดรูปแบบการทดลองเป็นการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม (Sawilowsky et al (1994 อ้างถึงในขวัญจิรา อินทร์เอี่ยม, 2553, น. 44)

ดุษฎี อินทรประเสริฐ (2563, น. 9) กล่าวว่า แบบแผนการทดลองการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม 4 กลุ่ม โดยสองกลุ่มได้รับ treatment ซึ่งก็หมายความว่า มีกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่ม

ควบคุม 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น ที่มีการสอบก่อน (pretest) และกลุ่มควบคุมเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้นที่มีการสอบก่อน แต่กลุ่มทั้งสี่ ได้รับการสอบหลัง (posttest) แบบแผนการทดลองแบบนี้เป็นส่วนผสมของแบบแผนการทดลองสองกลุ่มมีการวัดหลังการทดลองและแบบแผนการทดลองสองกลุ่มมีการวัดก่อนและหลังการทดลอง แบบแผนการทดลองนี้มีการควบคุมอิทธิพลของสิ่งที่จะมารวบรวมความเที่ยงตรงภายในทุกตัวและควบคุมความเที่ยงตรงภายนอกที่เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบก่อน (pretest) กับ treatment

จากการศึกษาการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอน สามารถสรุปได้ว่า การทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอน เป็นแบบแผนการทดลองที่แท้จริง (True Experimental Design) ซึ่งต้องมีการส่มกลุ่มตัวอย่างโดยแท้จริงเข้าสู่การทดลอง ซึ่งแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 4 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม โดยที่ 1 กลุ่มมีการทดสอบก่อนการทดลองอีก 1 กลุ่มไม่ได้มีการทดสอบก่อน และกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม โดยที่ 1 กลุ่ม มีการทดสอบก่อน การทดลอง อีก 1 กลุ่มไม่ได้มีการทดสอบก่อน เช่นเดียวกัน ซึ่งทั้ง 4 กลุ่มได้รับการทดสอบหลังการทดลอง และแบบแผนการทดลองเป็นแบบแผนที่แก้ปัญหาในเรื่องของความเที่ยงตรงภายในและความเที่ยงตรงภายนอกเนื่องจากเป็นแบบแผนการทดลองที่แก้ไขข้อจำกัดของแบบแผนการทดลองแบบสองกลุ่มที่มีการวัดหลังการทดลองกับแบบสองกลุ่มที่มีการวัดก่อน และหลังการทดลองมาทดลองรวมกัน ทำให้สามารถศึกษาเรื่องปฏิสัมพันธ์ร่วมของการทดสอบก่อนกับตัวแปรจัดกระทำหรือ treatment สามารถลดข้อจำกัดในส่วนของตัวแปรแทรกซ้อนได้

6.2 **ลักษณะของแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน**

อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล (2562, น. 144) กล่าวว่า ลักษณะของแบบแผนนี้เป็นการศึกษาข้อมูลจากตัวอย่าง 4 กลุ่ม มีการสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม (Random assenment มีการวัดก่อน (pretest) ในกลุ่มที่ 1 และ 2 ส่วนในกลุ่มที่ 3 และ 4 ไม่มีการวัดก่อน และมีการวัดครั้งหลัง (posttest) ในทุกกลุ่ม กลุ่มที่ 1 และ 3 มีการจัดกระทำ ส่วนกลุ่มที่ 2 และ 4 ไม่มีการจัดกระทำ แบบแผนนี้ใช้เมื่อผู้วิจัยต้องการทดสอบอิทธิพลของการวัดก่อน (effect of pretesting ว่ามีผลกระทบต่อตัวแปรตามหรือไม่ โดยการตรวจสอบอิทธิพลปฏิสัมพันธ์

6.3 **รูปแบบการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน**

จากการศึกษารูปแบบการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอนมีนักวิชากล่าวถึงลักษณะและรูปแบบของการทดลองไว้ดังนี้

1. อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล (2562, น. 144) มีรูปแบบ ดังตาราง 5

ตาราง 5 รูปแบบของแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอนของอิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล

การสุ่มตัวอย่าง เข้าสู่กลุ่ม	กลุ่ม 1	Obs	T_X	Obs
	กลุ่ม 2	Obs	-	Obs
	กลุ่ม 3	-	T_X	Obs
	กลุ่ม 4			Obs

ที่มา: อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล (2562:144)

2. Leedy และ Ormrod (2013, น. 235) มีรูปแบบ ดังตาราง 6

ตาราง 6 รูปแบบของแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอนของ Leedy, P.D; & Ormrod, J.E.

Random Assignment	Group 1 (E)	Obs_{1E}	T_X	Obs_{2E}
	Group 2 (C)	Obs_{1C}	-	Obs_{2C}
	Group 3 (E)	-	T_X	Obs_{2E}
	Group 4 (C)			Obs_{2c}

ที่มา: Leedy, P.D; & Ormrod, J.E. (2013:235)

ความหมายของสัญลักษณ์ มีดังนี้

E	แทน	กลุ่มทดลอง
C	แทน	กลุ่มควบคุม
Obs_{1E}	แทน	การวัดผลก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง
ObS_{2E}	แทน	การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทคลอง
Obs_{1C}	แทน	การวัดผลก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม
Obs_{2C}	แทน	การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม
T_x	แทน	ตัวแปรทดลอง

จากการศึกษารูปแบบของการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอน สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการทดลองของนักวิชาการและนักวิจัยนั้นมีลักษณะรูปแบบที่เหมือนกันคือ มีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง มีกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่มมีการทดสอบก่อน และกลุ่มควบคุมหนึ่งกลุ่มมีการทดสอบก่อน แต่ทั้งสี่กลุ่มมีการทดสอบหลังการทดลองเหมือนกันทุกกลุ่ม ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกรูปแบบการทดลองตามแบบของ (Leedy และ Ormrod, 2013, น. 235) โดยมีรูปแบบ ดังตาราง 7

ตาราง 7 รูปแบบการทดลองของการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอนที่ผู้วิจัยเลือกใช้

Random Assignment	Group 1 (E)	Obs_{1E}	T_X	Obs_{2E}
	Group 2 (C)	Obs_{1C}	-	Obs_{2C}
	Group 3 (E)	-	T_X	Obs_{2E}
	Group 4 (C)			Obs_{2c}

ที่มา: Leedy, P.D; & Ormrod, J.E. (2013:235)

6.4 วิธีดำเนินการของแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

เฟื่องลัดดา จิตจักร (2558, น. 45) กล่าวถึงวิธีการดำเนินการของของแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอนในงานวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากหน่วยประชากรที่ต้องการศึกษา

ขั้นที่ 2 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้ากลุ่มสี่กลุ่มผ่านกระบวนการอย่างสุ่ม

ขั้นที่ 3 โดยที่แต่ละกลุ่มให้ดำเนินการดังนี้

1) กลุ่มตัวอย่างที่ 1 มีการทดสอบก่อนการทดลอง ได้รับการจัดกระทำ แล้วทดสอบหลังการทดลองอีกครั้ง

2) กลุ่มตัวอย่างที่ 2 มีการทดสอบก่อนแต่ไม่ได้รับการจัดกระทำ แล้วทำการทดสอบหลังการทดลองอีกครั้ง

3) ให้กลุ่มตัวอย่างที่ 3 มีการได้รับการจัดกระทำที่เหมือนกลุ่มตัวอย่างที่ 1 แล้วทำการทดสอบหลังการทดลองอย่างเดียวไม่มีการทดสอบวัดผลก่อนการทดลอง

4) ให้กลุ่มตัวอย่างที่ 4 มีการวัดผลหลังการทดลองเพียงอย่างเดียว แต่ไม่ได้รับการจัดกระทำเหมือนกลุ่มตัวอย่างที่ 2

เวลาที่ใช้ในการดำเนินการขั้นตอนที่ 3 มีดังนี้: กลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2 ได้รับการทดสอบก่อนการทดลองโดยใช้เครื่องมือในการวัดเดียวกัน โดยที่กลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 3 ได้รับการจัดกระทำการทดลองเดียวกันในเวลาเดียวกัน หลังจากทำการทดลองแก่กลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 3 เสร็จแล้ว นำทั้ง 4 กลุ่ม มาวัดทดสอบหลังเรียนพร้อมกันโดยใช้เครื่องมือชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน

ขั้นที่ 4 นำผลของทั้ง 4 กลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ

ขวัญจิรา อินทร์เอี่ยม (2553, น. 45) กล่าวถึง วิธีการดำเนินการของของแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอนไว้ในงานวิจัย คือ สุ่มตัวอย่างมาจากประชากรจำนวนหนึ่ง จากนั้นดำเนินการสุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม ให้มีจำนวนใกล้เคียงกัน วัดผลตัวแปรตามก่อนการให้สิ่งทดลองในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 1 ดำเนินการทดลองโดยให้สิ่งทดลองเฉพาะกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 ส่วนกลุ่มควบคุมทั้ง 2 กลุ่มไม่ให้สิ่งทดลอ งหรืออาจให้สิ่งทดลองปลอมก็ได้ เมื่อทดลองเสร็จทำการวัดผลตัวแปรตามกับทั้ง 4 กลุ่ม

ปราโมทย์ วงศ์สวัสดิ์ (2561, น. 142-143) กล่าวถึง ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีดังนี้ กำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมด้วยสูตรกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการวิจัยเชิงทดลองด้วยสูตรทดลองค่าเฉลี่ยหรือค่าสัดส่วน

1. สุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองที่ 1 (E_1) กลุ่มทดลองที่ 2 (E_2) กลุ่มควบคุมที่ 1 (C_1) และกลุ่มควบคุม (C_2) ตามขนาดตัวอย่างที่กำหนดไว้

2. วัดตัวแปรก่อนการทดลองในกลุ่มทดลองที่ 1 (O_1) และกลุ่มควบคุมที่ 1 (O_3) โดยใช้แบบวัดชุดเดียวกันให้สิ่งทดลองแก่กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

3. วัดตัวแปรหลังการทดลองในกลุ่มทดลองที่ 1 (O_2) และกลุ่มควบคุมที่ 1 (O_4) กลุ่มทดลองที่ 2 (O_5) และกลุ่มควบคุมที่ 2 (O_6) โดยใช้แบบวัดชุดเดียวกันหรือแบบวัดคู่ขนาน

องอาจ นัยพัฒน์ (2551, น. 278) กล่าวว่า วิธีการของการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

1. เลือกตัวอย่างมาจากประชากรที่ต้องการศึกษาโดยใช้วิธีการสุ่ม

2. กำหนดตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม (E_1 และ E_2) และกลุ่มควบคุม 2 กลุ่มวิธีการสุ่ม โดยพยายามให้จำนวนหน่วยตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีขนาดเท่ากันหรือใกล้เคียง

3. จัดสภาพการทดลองให้เหมือนกันทั้ง 4 กลุ่ม และทำการทดสอบกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุม ที่ 1 (O_1) ก่อนการให้สิ่งทดลองสำหรับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมที่ 2 ไม่มีการทดสอบให้สิ่งทดลอง

4. ให้สิ่งทดลอง (X) ในกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 ส่วนในกลุ่มควบคุมที่ 1 และ 2 ไม่มีการให้หรืออาจให้สิ่งทดลองเทียม (placebo) ได้

5. ทดสอบหรือวัดค่าตัวแปรตามภายหลังการให้สิ่งทดลอง (O_2) ในกลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม

6. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามที่วัดค่าได้จากตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มโดยใช้วิธีการรทางสถิติแบบอิงค่าพารามิตอร์ ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (two-way ANOVA) มีสิ่งทดลองและการทดสอบก่อนให้สิ่งทดลองเป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ต้องทำการทดสอบว่ามีอิทธิพลต่อตัวแปรตามหรือไม่ อย่างไร และทำการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งทดลองกับการทดสอบก่อนการให้สิ่งทดลองว่ามีอิทธิพลร่วมกันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในตัวแปรตามหรือผลการทดลองหรือไม่ อย่างไร รูปแบบในการวิเคราะห์ปัจจัยหลักเกี่ยวกับการให้สิ่งทดลองทางด้านสดมภ์ (column) และการทดสอบก่อนการให้สิ่งทดลองทางด้านแถว (row) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทั้ง 2 ด้านจากคะแนนเฉลี่ยภายในเซลล์ปรากฏ ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงสภาพเงื่อนไขการให้สิ่งทดลองกับการทดสอบก่อนการให้สิ่งทดลองในแต่ละเซลล์

การวัดหรือทดสอบ	**การให้สิ่งทดลอง**	
ก่อนให้สิ่งทดลอง	**มี**	**ไม่มี**
มี	O_2, กลุ่มทดลองที่ 1 (E_1)	O_2, กลุ่มควบคุมที่ 1 (C_1)
ไม่มี	O_2, กลุ่มทดลองที่ 2 (E_2)	O_2, กลุ่มควบคุมที่ 2 (C_2)

องอาจ นัยพัฒน์ (2551, น. 278-279) กล่าวว่าจากแผนภาพ ถ้านักวิจัยต้องการทดสอบอิทธิพลของสิ่งทดลองที่จัดกระทำให้กับตัวอย่างก่อนทดสอบ (หรือวัดค่าตัวแปรตาม) ก่อนการให้สิ่งทดลองสามารถคำนวณได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามที่เกิดขึ้นก่อนและภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 (E_1) และกลุ่มควบคุมที่ 1 (C_1) นอกจากนี้นักวิจัยยังสามารถทดสอบอิทธิพลของสิ่งทดลองที่ให้กับตัวอย่างโดยไม่มีการทดสอบก่อน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามที่เกิดขึ้นภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 (E_2) และกลุ่มควบคุมที่ 2 (C_2) ถ้าค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยระหว่างทดสอบภายหลังการทดลอง คือ E_1-C_1 และ E_2-C_2 มีระดับพอๆ กันแล้ว แสดงว่าสิ่งทดลองมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกลุ่มตัวอย่างทั้งที่มีและไม่มีการสอบก่อนการให้สิ่งทดลองในระดับใกล้เคียงกัน

6.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

ข้อดีของการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

ขวัญจิรา อินทร์เอี่ยม (2553, น. 48) กล่าวถึงลักษณะเด่นของการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอนไว้ในงานวิจัย มีดังนี้

1. สามารถควบคุมและตรวจสอบปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบต่อความตรงภายในได้

2. สามารถควบคุมอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการวัดก่อนการทดลองกับสิ่งทดลอง

3. ผลการวิจัยจึงมีความตรงภายในสูงในการสรุปหาความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผลของตัวแปรอิสระที่เกิดขึ้นต่อตัวแปรตาม

4. ในรูปแบบการทดลอง ผู้วิจัยสามารถประเมินความสำเร็จของการประเมินได้ 2 สภาพ คือ สภาพที่มีการวัดตัวแปรตามก่อนการทดลอง (pretest) และไม่มีการวัดค่าตัวแปรตามก่อนการทดลองกับสภาพที่มีการจัดกระทำ (treatment) และไม่มีการจัดกระทำ ซึ่งทำให้ผลการศึกษามีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ระวีวรรณ พันธ์พานิช (2542: 21); ชูศรี วงศ์รัตนะ องอาจ นัยพัฒน์ (2551: 48); และเฟื่องลัดดา จิตจักร (2558: 46) กล่าวถึงข้อดีของการนำแบบแผนการาดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอนสอดคล้องกัน ดังนี้

1. การใช้กลุ่มทดลองที่มากถึง 4 กลุ่มที่มีการสุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มซึ่งผู้วิจัยควรมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ก่อนการนำไปใช้

2 สามารถควบคุมส่วนที่สามารถทำให้ผลการวิจัยขาดความตรงภายในได้

3. ช่วยในการควบคุมปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างของตัวแปรทดลองกับผลของการวัดผลก่อนทดลองได้

4. ช่วยในการแก้ไขข้อจำกัดของรูปแบบของการวิจัยที่มีกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมที่ได้จากกระบวนการสุ่ม และมีการวัดผลก่อนการทดลอง หลังการทดลองในเรื่องของความเที่ยงตรงภายนอกได้

5. ในการดำเนินการวิจัยครั้งเดียวมีการทดลองซ้ำได้ถึง 2 ครั้งในเวลาเดียวกัน

6. แบบแผนการทดลองนี้ถือว่าเป็นแบบแผนที่มีการควบคุมรัดกุมมาก

ปราโมทย์ วงศ์สวัสดิ์ (2561, น. 144) กล่าวว่า แบบแบบแผนการวิจัยเชิงทดลองที่แท้จริงชนิดศึกษาสี่กลุ่มโซโลมอน โดยการสุ่มเป็นแบบแผนการทดลองที่มีการควบคุมตัวแปรภายนอกได้อย่างดี ทั้งในการวัดผลก่อนการทดลองและหลังการทดลอง และการวัดผลก่อนการทดลองสองกลุ่ม และไม่มีการวัดก่อนการทดลองสองกลุ่ม ทำให้ผลการทดลองมีความน่าเชื่อถือได้มากขึ้นว่าผลการทดลองที่เกิดขึ้นมาจากสิ่งทดลอง

องอาจ นัยพัฒน์ (2551, น. 279) กล่าวว่า ข้อดีของแผนแบบการทดลองนี้ได้รับการยอมรับมากที่สุดในด้านความถูกต้องและเชื่อถือได้ ทั้งนี้เพราะสามารถควบคุมและตรวจสอบปัจจัยแทรกซ้อนจากภายนอกที่มีอิทธิพลต่อความตรงภายในและภายนอกได้ทั้งหมดในทุกกรณีการทดสอบก่อน และหลังการให้สิ่งทดลองพร้อมกันทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำให้นักวิจัยสามารถสรุปผลการทดลองได้มั่นใจยิ่งขึ้นว่าเป็นผลเนื่องมาจากการจัดกระทำทางการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับผลของการใช้แผนแบบการทดลองแบบสองกลุ่มที่มีการวัดหลังทดลอง และแบบสองกลุ่มที่มีการวัดก่อนและหลังการทดลอง

จากการศึกษาข้อดีของแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน สามารถสรุปได้ว่า เป็นแบบแผนการทดลองที่มีความน่าเชื่อถืออย่างยิ่ง ในเรื่องของผลการวิจัยที่ว่าผลการทดลองที่ได้มานั้นเกิดจากสิ่งทดลองอย่างแท้จริง เพราะสามารถควบคุมแหล่งที่ทำให้ขาดความเที่ยงตรงภายในได้ทั้งหมด ช่วยให้สามารถควบคุมปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสิ่งทดลองกับการวัดผลก่อนการทดลอง และหลังการทดลองได้

ข้อจำกัดของการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน มีความยากในการควบคุมให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มมีความเท่าเทียมกันค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทดลองสูง เนื่องจากการเพิ่มการจัดกระทำและการทดสอบ (Kerlinger, 2000; Shuttleworth, 2009; ขวัญจิรา อินทร์เอี่ยม, 2553; วรรณี แกมเกตุ, 2551; อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล, 2562)

ปราโมทย์ วงศ์สวัสดิ์ (2561, น. 144) กล่าวว่า ข้อจำกัดของแบบแผนการทดลองนี้ได้แก่ การทดลองนั้นต้องมีกลุ่มตัวอย่างในจำนวนที่ค่อนข้างมาก จึงอาจไม่เหมาะสำหรับการวิจัยที่มีจำนวนประชากรน้อย และการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อพิสูจน์ผลการทดลองมีความยุ่งยาก เนื่องจากมีตัวแปรที่ต้องดำเนินการวัดผลทั้งก่อนการทดลอง และหลังการทดลองถึง 4 กลุ่ม

องอาจ นัยพัฒน์ (2551, น. 279) กล่าวว่าข้อจำกัด: แผนแบบทดลองนี้ค่อนข้างยากต่อการนำมาใช้ในทางปฏิบัติ เพราะต้องใช้ตัวอย่างเป็นจำนวนมากทำให้ไม่สามารถหาตัวอย่างที่มีคุณสมบัติหรือลักษณะเท่าเทียมกันเข้าสู่กลุ่มที่ต้องการศึกษาได้ นอกจากนี้ยังสิ้นเปลืองงบประมาณใช้จ่าย และระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัยค่อนข้างมากเนื่องจากมีจำนวนกลุ่มที่ต้องทำการเปรียบเทียบและจำนวนครั้งของการวัดค่าตัวแปรตามมากกว่าแผนแบบทดลองที่อธิบายมาข้างต้น ถ้ามีข้อจำกัดในสิ่งเหล่านี้นักวิจัยควรเลี่ยงไปใช้แผนแบบสองกลุ่มที่มีการทดสอบหลังการทดลอง และแบบสองกลุ่มที่มีการวัดผลก่อนและหลังการทดลอง

จากการศึกษาข้อจำกัดของการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน สามารถสรุปได้ว่าการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน เป็นแบบแผนการทดลองที่มีการใช้กลุ่ม

ตัวอย่างในการทดลองค่อนข้างมาก และยากในการควบคุมที่จะสุ่มกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มให้มีลักษณะที่เท่าเทียมกันการวิเคราะห์สถิติเพื่อหาผลการทดลองมีความยุ่งยาก เนื่องจากต้องใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 4 กลุ่มที่ต้องดำเนินการวัดผลทั้งก่อนและหลังการทดลอง นอกจากนี้ยังเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยค่อนข้างนาน

6.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลองแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

เฟื่องลัดดา จิตจักร (2558) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 184 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม มีผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลการศึกษาอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่างการวัดผลก่อนเรียนและรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พบว่า การวัดผลก่อนเรียนและรูปแบบการจัดกิจกรรมเรียนรู้ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน และ 3) ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขวัญจิรา อินทร์เอี่ยม (2553) ทำการศึกษาเรื่อง ความเป็นไทยของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน โดยที่กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวนทั้งหมด 100 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 25 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง แบบสี่กลุ่มของโซโลมอน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม รักความเป็นไทยตามทฤษฎีของพัฒนาการทางจริยธรรมของโคเบิร์ค อยู่ในระดับ 2 ระดับ กฎเกณฑ์ทางสังคมทั้งก่อนและหลังการทดลอง การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการรักความเป็นไทยก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และเมื่อนำคะแนนเฉลี่ยของการรักความเป็นไทยหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีการรักความเป็นไทยสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้นผู้วิจัยยังศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบก่อนการทดลองกับการจัด

กิจกรรมแบบวิเคราะห์วีดีโอคลิป และการจัดกิจกรรมแบบปกติพบว่า การทดสอบก่อนการทดลองไม่มีปฏิสัมพันธ์กับการจัดกิจกรรมทั้งกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบวิเคราะห์วีดีโอคลิป และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ

เจนจิรา เกียรติสินทรัพย์ สาริณี โต๊ะทอง และทานตะวัน แย้มบุญเรือง (2563) ศึกษาและเปรียบเทียบผลการใช้การปรึกษาเชิงจิตวิทยาแนวซาเทียร์แบบกลุ่มและแบบรายบุคคลต่อความสามารถจัดการความเครียดของนักศึกษาพยาบาลซึ่งเป็นการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองการสุ่มสี่กลุ่ม ของโซโลมอน มีผลการวิจัยพบว่า ความสามารถจัดการความเครียดของนักศึกษาทั้ง 4 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า รูปแบบของการให้การปรึกษาและการทดสอบก่อนหลังไม่มีผลต่อความสามารถจัดการความเครียด ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีการให้การปรึกษาเชิงจิตวิทยาแนวซาเทียร์แบบกลุ่มที่ไม่ต้องมีการทดสอบก่อนรับการปรึกษา เพราะใช้เวลาน้อยที่สุด และจากข้อค้นพบนี้ ชี้ให้เห็นว่า วิธีการให้การปรึกษาเชิงจิตวิทยาแนวซาเทียร์แบบกลุ่มที่ไม่ต้องมีการทดสอบก่อนรับการปรึกษาสามารถนำไปใช้กับนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 1 ที่มีความเครียดระดับสูงได้

วรุตม์ อินทฤทธ์ (2562) ทำการศึกษาคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ด้วยการเรียนการสอนสังคมศึกษาบนฐานทฤษฎีพุทธิพิสัยของบลูมฉบับปรับปรุง แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม กลุ่มละ 29 คน มีผลการวิจัยพบว่า1) คะแนนความคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลการทดลองแบบสี่กลุ่มโซโลมอนด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความคิดสร้างสรรค์ พบว่า 2.1) คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 2.2) คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 2.3) คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่แตกต่างกันกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงทดลอง และกึ่งทดลองในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน พบว่านักวิจัยส่วนใหญ่ใช้แบบแผนการทดลองแบบ 1 กลุ่ม เปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบแผนการทดลองที่มี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีการเปรียบเทียบผลการทดลองของทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งผลการวิจัยนี้

อาจจะมาจากตัวแปรแทรกซ้อน ซึ่งสามารถทำให้ผลการวิจัยเกิดความคลาดเคลื่อน ผลการวิจัยขาดความเที่ยงตรงภายในและภายนอกได้ จากการศึกษาพบว่าแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน สามารถช่วยกำจัดอิทธิพลจากตัวแปรแทรกซ้อนที่มีผลต่อตัวแปรตาม และอาจทำให้ผลการวิจัยเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งลักษณะเด่นของรูปแบบการวิจัยนี้ คือ ในการทดลอง 1 ครั้ง สามารถพิสูจน์การจัดกระทำ (treatment) ได้ถึง 2 ครั้ง เป็นผลมาจาก 2 กลุ่มทดลอง สามารถตรวจสอบอิทธิพลของการวัดผลก่อนการทดลอง (pretest) ซึ่งถือเป็นตัวแปรหนึ่งที่สามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าแบบแผนการทดลองนี้มีการพิสูจน์ในหลากหลายรูปแบบจึงทำให้ผลการทดลองที่ได้นั้นมาจากการจัดกระทำอย่างแท้จริงของสิ่งทดลอง

ดังนั้นในการศึกษาผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชันมาพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรม รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติและ 2) เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียน ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน มีประเด็นการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและตัวอย่าง
2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
5. แบบแผนการทดลอง
6. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
7. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและตัวอย่าง

1.1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย สมุทรปราการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 14 ห้องเรียนมีการจัดการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 7 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่เรียนจำนวน 280 คน

1.2. ตัวอย่าง

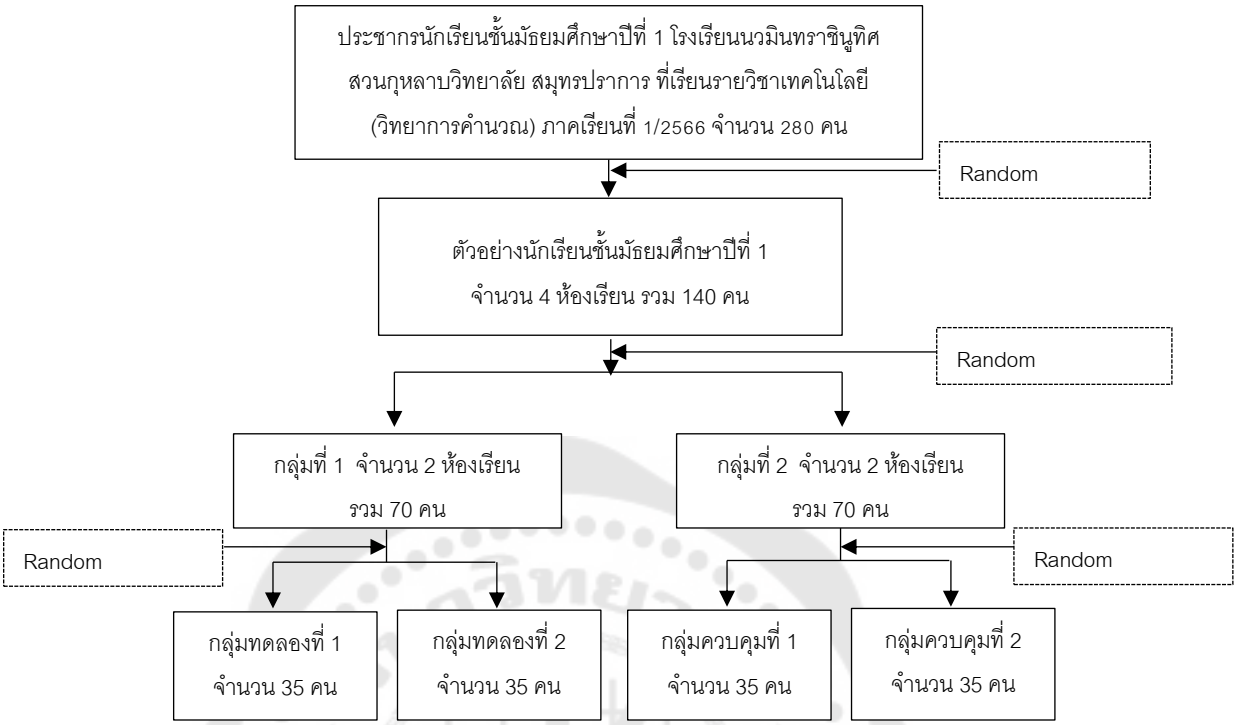
สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ กำหนดขนาดตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม G*Power version 3.1.9.4 (การวิเคราะห์อำนาจการทดสอบ (Power Analysis)) ที่กำหนดค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.67 กำหนดค่าระดับนัยสำคัญที่ .05 และอำนาจการทดสอบเท่ากับ 0.95 สอดคล้องกับ นลิน คำแน่น

(2562) ที่ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเกมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ทำให้ได้ขนาดตัวอย่างจำนวน 26 คน ซึ่งตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย สมุทรปราการ ที่เรียนในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เนื่องจากผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน จึงใช้ตัวอย่างจำนวน 4 กลุ่ม รวมทั้งหมด 140 คน ได้มาโดยกระบวนการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ดังนี้

ขั้นที่ 1 Random Selection โดยการสุ่มห้องเรียนจากประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 1 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 140 คน ซึ่งแต่ละห้องมีการคละความสามารถภายในห้องเรียนพิจารณาจากคะแนนสอบเข้าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของนักเรียน ซึ่งในแต่ละห้องมีผลคะแนนสอบที่ใกล้เคียงกัน โดยที่ในการสอบเข้าเรียนของโรงเรียนนั้น มีการทดสอบในรายวิชาเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ ความสามารถทางด้านเทคโนโลยี พบว่าผลคะแนนของนักเรียนแต่ละห้องใกล้เคียงกัน

ขั้นที่ 2 Random Assignment โดยการสุ่มห้องเรียนเพื่อเข้ากลุ่ม โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 2 ห้องเรียน โดยที่กลุ่มที่ 1 จำนวน 70 คน กลุ่มที่ 2 จำนวน 70 คน

ขั้นที่ 3 Random treatment โดยสุ่มการจัดกระทำแก่ห้องเรียน ด้วยวิธีการจับฉลากแก่ห้องเรียน ว่ากลุ่มใดคือกลุ่มทดลอง กลุ่มใดคือกลุ่มควบคุม โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 หนึ่งห้องเรียน จำนวน 35 คน (ได้รับการจัดกระทำ) กลุ่มทดลองที่ 2 หนึ่งห้องเรียน จำนวน 35 คน (ได้รับการจัดกระทำ) กลุ่มควบคุมที่ 1 หนึ่งห้องเรียน จำนวน 35 คน (ไม่ได้รับการจัดกระทำ) และกลุ่มควบคุมที่ 2 หนึ่งห้องเรียน จำนวน 35 คน (ไม่ได้รับการจัดการกระทำ) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

3. ตัวแปรที่ศึกษา

เนื่องจากงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอน ต้องมีการศึกษาผลของการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อตัวแปรตามร่วมด้วย ดังนั้น ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1. วิธีการจัดการเรียนรู้ คือ

1.1 วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน

1.2 วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ

2. การวัดผลก่อนเรียน คือ

2.1 มีการวัดผลก่อนเรียน

2.2 ไม่มีการวัดผลก่อนเรียน

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

2. ความสามารถในการเขียนโปรแกรม

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหารายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการแก้ปัญหา และการเขียนโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

5.1 การแก้ปัญหา

5.1.1 ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

5.1.2 การเขียนรหัสลำลองและผังงาน

5.2 การเขียนโปรแกรมด้วย Scratch

5.2.1 ความรู้เบื้องต้นในโปรแกรม ตัวแปร และตัวดำเนินการ

5.2.2 การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ

5.2.3 การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ

5.2.4 การเขียนโปรแกรมแบบมีทางเลือก

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยผู้วิจัย ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองจำนวน 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบเรียน รวมทั้งสิ้น 14 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ดังตาราง 9

ตาราง 9 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวนคาบ และจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการทดลอง

สัปดาห์ที่	เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบ	จำนวนชั่วโมง
การแก้ปัญหา			
1	ขั้นตอนในการแก้ปัญหา	2	1 ชั่วโมง 40 นาที
2	การเขียนรหัสลำลองและผังงาน	2	1 ชั่วโมง 40 นาที
การเขียนโปรแกรมด้วย Scratch			
2	ความรู้เบื้องต้นในโปรแกรม	2	1 ชั่วโมง 40 นาที
3	ตัวแปรและตัวดำเนินการ	2	1 ชั่วโมง 40 นาที
4	การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ	2	1 ชั่วโมง 40 นาที
5	การเขียนโปรแกรมมีทางเลือก	2	1 ชั่วโมง 40 นาที
6	การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ	2	1 ชั่วโมง 40 นาที
รวมจำนวนคาบเรียนและชั่วโมงที่ใช้ในการทดลอง		14	**11 ชั่วโมง 40 นาที**

6. แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชัน ที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมีธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน (Solomon four-group design) โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังตาราง 10

ตาราง 10 แบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอนที่ใช้ในการวิจัย

Random Assignment	Group 1 (E)	Obs_{1E}	T_X	Obs_{2E}
	Group 2 (C)	Obs_{1C}	-	Obs_{2C}
	Group 3 (E)	-	T_X	Obs_{2E}
	Group 4 (C)	-	-	Obs_{2C}

ที่มา: Leedy, P.D;& Ormron, J.E. (2013: 235);

ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชัน
C	แทน	กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ
Obs_{1E}	แทน	ผลที่วัดได้ก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่ 1
Obs_{2E}	แทน	ผลที่วัดได้หลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่ 1
Obs_{2E}	แทน	ผลที่วัดได้หลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่ 2
Obs_{1C}	แทน	ผลที่วัดได้ก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุมที่ 1
Obs_{2C}	แทน	ผลที่วัดได้หลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุมที่ 1
Obs_{2C}	แทน	ผลที่วัดได้หลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุมที่ 2
T_X	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชัน

การออกแบบการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบไปด้วย กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 1 มีการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมก่อนเรียน โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชันให้กับกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุมทั้ง 2 กลุ่มจะดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ โดยที่ทั้ง 4 กลุ่ม ใช้ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 14 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที จากนั้นทำการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังเรียนของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม ดังตาราง 11

ตาราง 11 รูปแบบการทดลองที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่ม	**จำนวนตัวอย่างที่ใช้**	**การวัดผลก่อนเรียน**	**การทดลอง (treatment)**	**การวัดหลังการเรียน**
กลุ่มทดลองที่ 1	35	วัดผลทักษะการคิดเชิงคำนวณและวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชัน	วัดผลทักษะการคิดเชิงคำนวณและวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม
กลุ่มควบคุมที่ 1	35	วัดผลทักษะการคิดเชิงคำนวณและวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ	วัดผลทักษะการคิดเชิงคำนวณและวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม
กลุ่มทดลองที่ 2	35	ไม่มีการวัดผลก่อนเรียน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชัน	วัดผลทักษะการคิดเชิงคำนวณและวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม

ตาราง 11 (ต่อ)

กลุ่ม	จำนวนตัวอย่างที่ใช้	การวัดผลก่อนเรียน	การทดลอง (treatment)	การวัดหลังการเรียน
กลุ่มควบคุมที่ 2	35	ไม่มีการวัดผลก่อนเรียน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ	วัดผลทักษะการคิดเชิงคำนวณและวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม

7. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

7.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

7.1.1 แผนการจัดการเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน

7.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ

7.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

7.2.1. แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เป็นข้อสอบอัตนัยที่มีเกณฑ์การให้คะแนนเป็น Rubric Score

7.2.2. แบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม เป็นแบบวัดทักษะที่มีเกณฑ์การให้คะแนนเป็น Rubric Score

7.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

7.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรม รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) คือแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชันที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ จำนวน 7 แผน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ห้องเรียนกลับด้านและแนวคิดเกมิฟิเคชัน

2) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ร่วมกับหลักสูตรของสถานศึกษา เกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และศึกษาเนื้อหา เรื่องการแก้ปัญหา และการเขียนโปรแกรม Scratch เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ จากคู่มือครูหนังสือเรียนรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เอกสาร วารสารทางวิชาการ

3) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการแก้ปัญหา และการเขียนโปรแกรม Scratch ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้ 1) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด 2) สาระสำคัญ 3) สาระการเรียนรู้ 4) จุดประสงค์ 5) กิจกรรม/กระบวนการจัดการเรียนรู้ 6) สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ 7) การวัดผลและประเมินผล และ 8) บันทึกหลังสอน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้/กระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา 2) ขั้นกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ 3) ขั้นการศึกษาค้นคว้า 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ 5) ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ 6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียนตามแนวคิดของห้องเรียนกลับด้าน รวมทั้งนำเกมิฟิเคชันเข้ามาช่วยในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความท้าทายในการที่จะแสวงหาความรู้ทำความเข้าใจกับปัญหา เพื่อให้ได้แนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง โดยมีองค์ประกอบของเกมิฟิเคชัน 4 องค์ประกอบมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ คือ แต้มสะสม (Points) เหรียญตราสัญลักษณ์ (Badges) ลำดับขั้น (Levels) และตารางอันดับ/กระดานผู้นำ (Leader board)

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปเสนอต่ออาจารย์ควบคุมปริญญานิพนธ์เพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาและความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้/กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามกรอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยกำหนด

5) ทำการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

6) สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ดังนี้

6.1) ศึกษาการตั้งข้อคำถามที่นำมาสร้างเป็นแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

6.2) สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

ระดับค่าคะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับค่าคะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับค่าคะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับค่าคะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับค่าคะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

6.3) นำแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของข้อคำถาม และปรับปรุง แก้ไขตามที่ได้รับคำแนะนำ

6.4) นำแผนการจัดการเรียนรู้และแบบประเมินที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล หรือการวิจัยและผู้มีความรู้เกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 คน โดยกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญดังนี้ 1) เป็นครูที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือปริญญาโททางด้านคอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยี และเป็นครู ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ จำนวน 3 คน 2) ศึกษานิเทศก์ 1 คน 3) อาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ทางด้านเทคโนโลยีที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก จำนวน 1 คน เพื่อประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

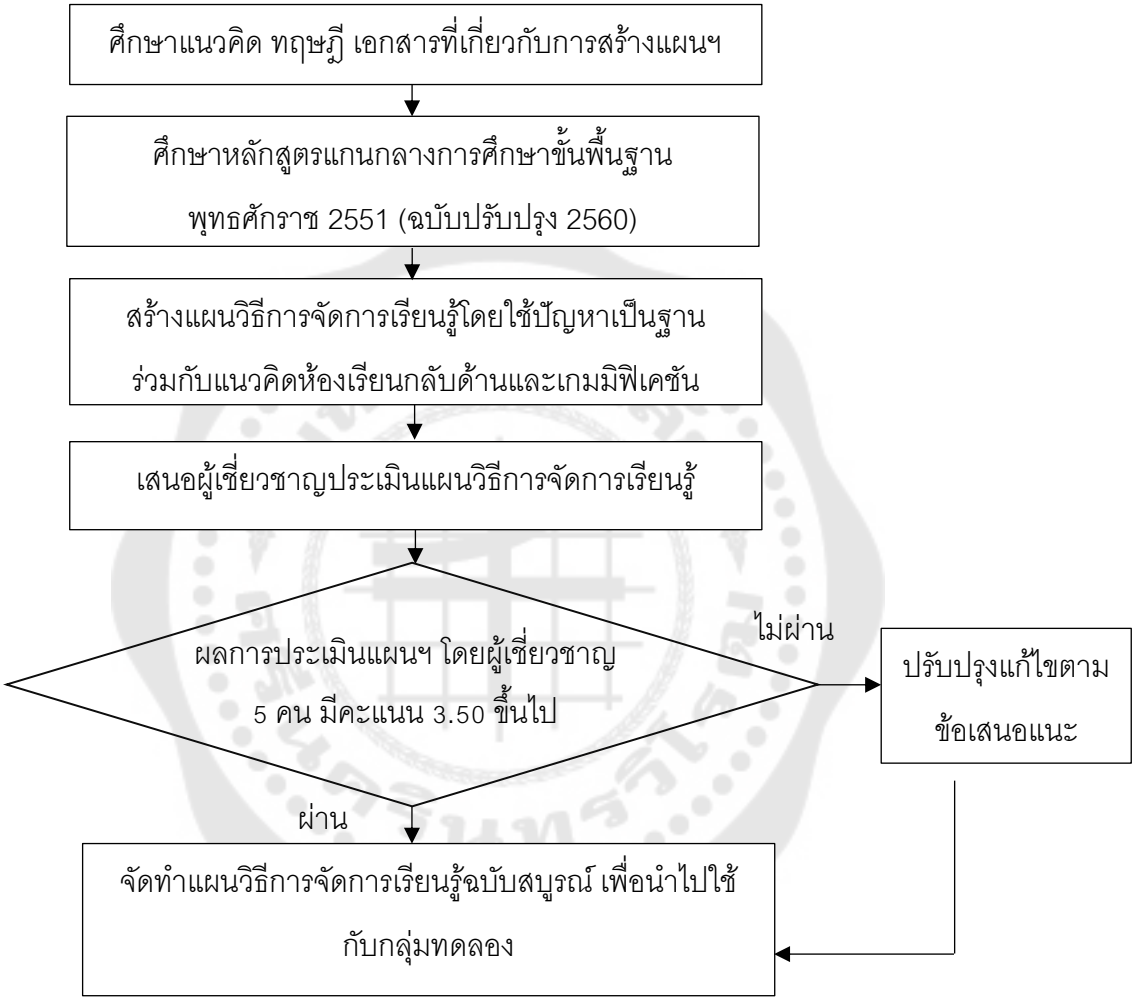
6.5 นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินแล้ว มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตามคุณภาพ และความเหมาะสมของค่าเฉลี่ย จากมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	**ความหมาย**
4.51 - 5.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50	มีความเหมาะสมมาก
2.51 - 3.50	มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 - 2.50	มีความเหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าจากการประเมินประกอบด้วยกัน 6 ด้านดังนี้ 1) ด้านสาระสำคัญ 2) ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ 3) ด้านสาระการเรียนรู้ 4) ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน 5) ด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6) ด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งมีผลการประเมินภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 มีผลการประเมินอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย (M) ตั้งแต่ 4.88 – 4.98 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน (SD) ตั้งแต่ 0.04-0.27 (โดยแสดงข้อมูลรายละเอียดการประเมินดังตารางในภาคผนวก) จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6.6) จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง (โดยแสดงตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ในภาคผนวก)



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชัน

ตาราง 12 โครงสร้างของแผนวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน

แผนวิธีการจัดการเรียนรู้ที่	กิจกรรมนอกห้องเรียน	กิจกรรมในห้องเรียน	ภาระงาน	องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ	รูปแบบของความสามารถในการเขียนโปรแกรม
1	**เรื่องการแก้ปัญหา**				
	-ให้สถานการณ์และนักเรียนวิเคราะห์ปัญหา -ศึกษาเนื้อหาเรื่องการแก้ปัญหา -หาแนวทางในการแก้ปัญหา	-ร่วมกันสังเคราะห์ปัญหาของกลุ่มตนเอง -นำเสนอผลการแก้ปัญหาของกลุ่ม	-แบบฝึกหัด (งานกลุ่ม) -นำเสนองาน	-การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย -การคิดหารูปแบบ -การคิดเชิงนามธรรม -การออกแบบขั้นตอนวิธี	-
2	**การเขียนรหัสลำลองและผังงาน**				
	-นักเรียนศึกษาเรื่องรหัสลำลองและผังงาน -วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่าง ผังงานแบบลำดับ แบบวนซ้ำ แบบมีทางเลือก	ฝึกเขียนรหัสลำลองและผังงานจากสถานการณ์ พร้อมนำเสนอแนวคิดของตนเอง	-เขียนรหัสลำลองและผังงาน -นำเสนองาน	-การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย - การคิดหารูปแบบ -การคิดเชิงนามธรรม -การออกแบบขั้นตอนวิธี	-
3	**ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม**				
	-นักเรียนศึกษาองค์ประกอบ /เครื่องมือต่างๆของโปรแกรม เช่นตัวละคร เวที สคริปต์ ฯลฯ	-นักเรียนฝึกใช้งานสคริปต์ต่างๆ ด้วยโปรแกรม -การเพิ่มตัวละคร ตกแต่งตัวละคร -การเพิ่มฉาก ฯลฯ	-เขียนสคริปต์ให้กับตัวละคร ฉาก ฯลฯ -การแก้ไข้อผิดพลาดของโปรแกรม	-การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย -การคิดหารูปแบบ -การคิดเชิงนามธรรม -การออกแบบขั้นตอนวิธี	การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ

ตาราง 12 (ต่อ)

แผนวิธีการจัดการเรียนรู้ที่	กิจกรรมนอกห้องเรียน	กิจกรรมในห้องเรียน	ภาระงาน	องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ	รูปแบบของความสามารถในการเขียนโปรแกรม
4	**ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม**				
	-นักเรียนศึกษาองค์ประกอบ / เครื่องมือต่างๆของโปรแกรม เช่นตัวละคร เวที สคริปต์ การสร้างตัวแปร ตัวดำเนินการ ฯลฯ	-นักเรียนฝึกใช้งานสคริปต์ต่างๆ ของโปรแกรม -การสร้างตัวแปร -ตัวดำเนินการ -เรียนรู้การเขียนโปรแกรมในรูปแบบต่างๆ	-เขียนสคริปต์ให้กับตัวละคร ฉาก ฯลฯ -เขียนโปรแกรมโดยใช้ตัวดำเนินการ -การแก้ไข้อผิดพลาดของโปรแกรม	-การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย -การคิดหารูปแบบ -การคิดเชิงนามธรรม -การออกแบบขั้นตอนวิธี	-
5	**การทำงานแบบลำดับในโปรแกรม Scratch**				
	-ให้วิเคราะห์สถานการณ์ให้กำหนดให้หาแนวทางในการแก้ปัญหา -ศึกษาเนื้อหาการเขียนโปรแกรมแบบลำดับ	-ออกแบบการแก้ปัญหาด้วยการเขียนรหัสลำลองและผังงานแบบลำดับ -ฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรม -เขียนสคริปต์การวิเคราะห์ ลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ -ตรวจสอบผลของการรันโปรแกรมและการแก้ไขข้อผิดพลาด ของโปรแกรม -นำเสนอผลของการเขียนโปรแกรม	-เขียนรหัสลำลองและผังงานแบบลำดับ -ฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมแบบลำดับ -สคริปต์การวิเคราะห์ลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์	-การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย -การคิดหารูปแบบ -การคิดเชิงนามธรรม -การออกแบบขั้นตอนวิธี	การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ

ตาราง 12 (ต่อ)

แผนวิธีการจัดการเรียนรู้ที่	กิจกรรมนอกห้องเรียน	กิจกรรมในห้องเรียน	ภาระงาน	องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ	รูปแบบของความสามารถในการเขียนโปรแกรม
6	**การทำงานแบบมีทางเลือกในโปรแกรม Scratch**				
	-นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้	-ออกแบบการแก้ปัญหาด้วยการเขียนรหัสลำลองและผังงานแบบมีทางเลือก ฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรม -เขียนสคริปต์การวิเคราะห์ ลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ -ตรวจสอบผลของการรันโปรแกรมและการแก้ไขข้อผิดพลาด ของโปรแกรม -นำเสนอผลของการเขียนโปรแกรม	-เขียนรหัสลำลองและผังงานแบบมีทางเลือก ฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมแบวนซ้ำ -สคริปต์การวิเคราะห์ลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์	-การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย - การคิดหารูปแบบ -การคิดเชิงนามธรรม -การออกแบบขั้นตอนวิธี	การเขียนโปรแกรมแบบมีทางเลือก
7	**การทำงานแบบวนซ้ำในโปรแกรม Scratch**				
	-นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และหาแนวทางในการแก้ปัญหา -ให้นักเรียนศึกษาการเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ	-ออกแบบการแก้ปัญหาด้วยการเขียนรหัสลำลองและผังงานแบบวนซ้ำ -ฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรม -เขียนสคริปต์การวิเคราะห์ ลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ -ตรวจสอบผลของการรันโปรแกรมและการแก้ไขข้อผิดพลาด ของโปรแกรม -นำเสนอผลของการเขียนโปรแกรม	เขียนรหัสลำลองและผังงานแบบวนซ้ำ -ฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมแบวนซ้ำ -สคริปต์การวิเคราะห์ลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์	- การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย - การคิดหารูปแบบ -การคิดเชิงนามธรรม -การออกแบบขั้นตอนวิธี	การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ

7.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ

1) ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบการสอนแบบปัญหาเป็นฐาน

3) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ โดยประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

3.1) ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา: เป็นขั้นตอนที่ครูตั้งหรือกำหนดประเด็นปัญหา, สถานการณ์ปัญหาหรือมอบหมายภารกิจให้แก่นักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ และเกิดความสนใจในการที่จะสืบค้นหาข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบ

3.2) ขั้นกำหนดแนวทางและความเป็นไปได้: เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวางแผนการศึกษาค้นคว้า ทำความเข้าใจกับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปราย หาแนวทางในการแก้ปัญหา ออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและวิเคราะห์สิ่งที่เป็นปัญหาและแหล่งข้อมูลได้

3.3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า: เป็นขั้นที่นักเรียนต้องดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามแหล่งต่างๆ เพื่อนำกระบวนการ วิธีการต่างๆ มาแก้ปัญหา

3.4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้: เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำข้อค้นพบหรือแนวทางในการแก้ปัญหามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์สิ่งที่ได้ทำการศึกษามาว่าเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

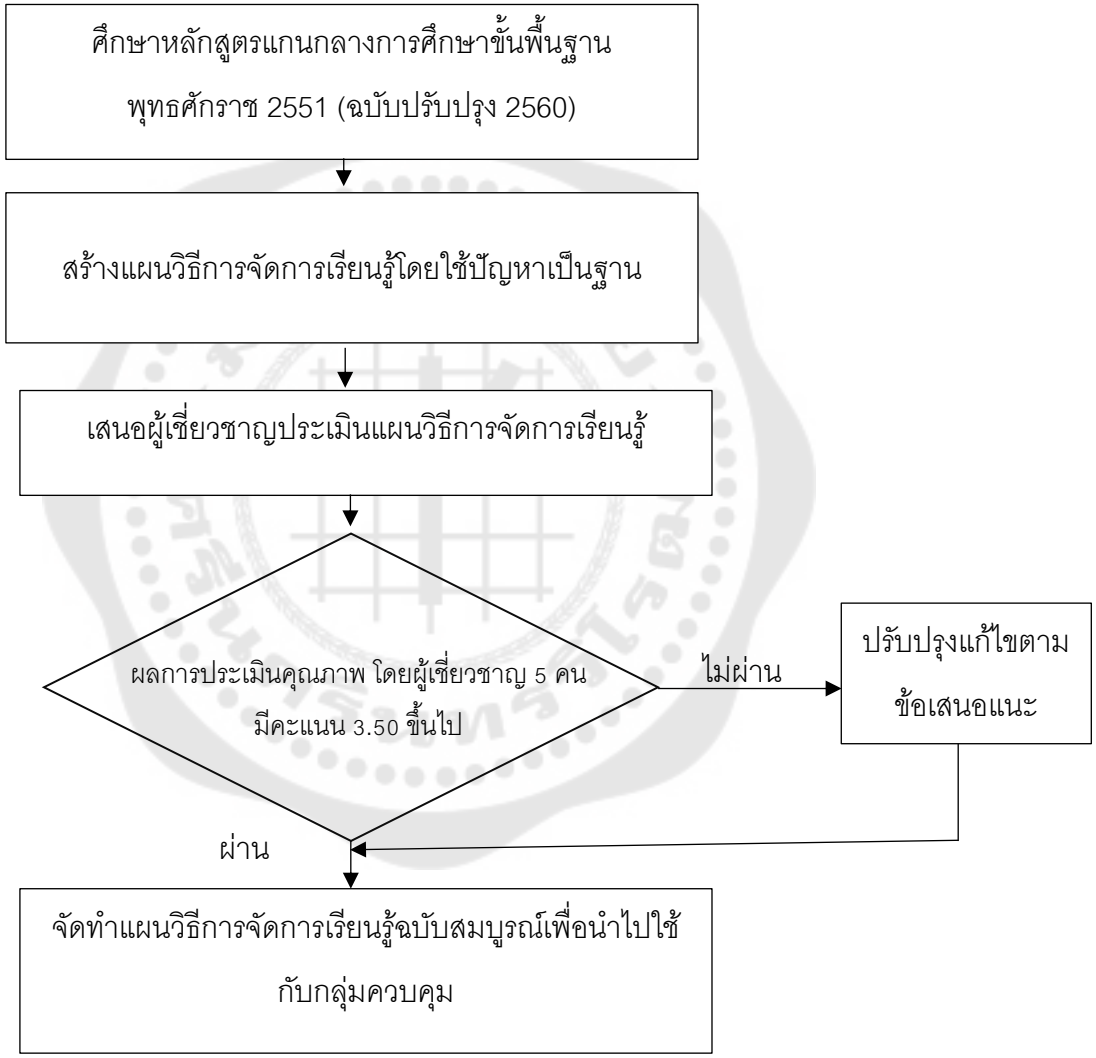
3.5) ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ: นักเรียนสรุปผลงาน/คำตอบของกลุ่มตนเองและสรุปการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โดยที่แต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้

3.6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน: การที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาสรุปองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานที่ได้มาในรูปแบบที่หลากหลาย

4) ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ จากผู้เชี่ยวชาญดังนี้ 1) ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (กลุ่มงานคอมพิวเตอร์) ที่เป็นครู ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ จำนวน 2 คน 2) หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3) รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ 4) ผู้อำนวยการ

โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 5 คน พบว่ามีผลการประเมินภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 อยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย (M) ตั้งแต่ 4.60 – 4.85 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ตั้งแต่ 0.34-0.55 จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5) จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มควบคุม



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ

ตาราง 13 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชันและการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน		**การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ**
การจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียน	**การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน**	**การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน**
1.ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา - ครูกำหนดประเด็นปัญหาแก่นักเรียนแต่ละกลุ่มบนเว็บไซต์/ห้องเรียนออนไลน์ ซึ่งแต่ละกลุ่มจะได้รับสถานการณ์ปัญหาแตกต่างกัน - นักเรียนวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหาที่กลุ่มของตนเองได้รับ นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหา/สถานการณ์ของตนเองให้ได้ว่า ปัญหาของกลุ่มตนเองคืออะไร และมีวิธีการแก้ปัญหาได้กี่วิธีหรือแก้ปัญหาได้อย่างไร และจะดำเนินการแก้ปัญหานี้อย่างไร	**4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้** -นักเรียนแต่ละคนนำข้อค้นพบที่ตนเองไปศึกษาและหาแนวทางการตอบ ที่ได้มาร่วมกันอภิปราย สรุปร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และนำมาร่วมกันออกแบบขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นมาสรุปเป็นองค์ความรู้ของกลุ่ม ซึ่งมีผู้สอนคอยให้คำแนะนำ ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยที่นักเรียนจะต้องบันทึกกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้ ขั้นนี้นักเรียนจะทำงานร่วมกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม **5. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ** -นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปปัญหาหรือตรวจสอบผล/คำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา	**1. ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา** - ครูกำหนดประเด็นปัญหา แก่นักเรียนแต่ละกลุ่ม และทำกิจกรรมตามที่ครูได้มอบหมาย โดยมีสถานการณ์ปัญหาด้วยกัน 3 สถานการณ์ - นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาจับฉลากเพื่อเลือกหัวข้อที่ตนเองจะได้รับ - นักเรียนได้รับโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาของตนเองแล้ว ให้นักเรียนร่วมกันระบุปัญหาของสถานการณ์ที่กลุ่มของตนเองได้รับ โดยวิเคราะห์ปัญหาคือ นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหา/สถานการณ์ของตนเองให้ได้ว่า ปัญหาของกลุ่มตนเองคืออะไร และมีวิธีการแก้ปัญหาได้กี่วิธีหรือแก้ปัญหาได้อย่างไร และจะดำเนินการแก้ปัญหานี้อย่างไร มีรายละเอียดอะไรบ้างที่สามารถทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

ตาราง 13 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชัน		การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ
การจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียน	**การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน**	**การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน**
2. ขั้นกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ - เมื่อนักเรียนวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหาแล้ว นักเรียนกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้หรือแนวทางของคำตอบจากสถานการณ์ปัญหาที่กลุ่ใของตนเองได้รับ (ขั้นนี้นักเรียนอาจทำไปพร้อมกับขั้นตอนที่ 3 ขึ้นอยู่กับนักเรียนจัดการของตนเอง **3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า** - นักเรียนแต่ละคนศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับที่ครูกำหนดให้ ผ่านสื่อ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ -นักเรียนบันทึก สรุปเนื้อหา หลังจากดูคลิปวีดีโอ นักเรียนจะได้รับ *แต้มสะสม (Points)* เป็นรายบุคคล พร้อมทั้งให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา หาแนวทางในการแก้ปัญหาและตอบคำถามจากโจทย์ที่	ว่าเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ หรือมีวิธีอื่นอีกไหมที่สามารถแก้ปัญหาได้แล้วนำมาเปรียบเทียบกันว่าวิธีไหนดีกว่ากัน โดยมีครูผู้สอนคอยสังเกต แนะนำ ช่วยเหลือนักเรียนในแต่ละกลุ่ม **6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน** - นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา/ผลการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม เพื่อให้ครูผู้สอนและเพื่อนๆร่วมกันประเมินผล แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลการแก้ปัญหาที่ได้ -การนำเสนอแต่ละครั้ง แต่ละกลุ่มจะต้องโหวตหรือให้คะแนนกลุ่มเพื่อน กลุ่มไหนที่นำเสนอได้ดี และเข้าใจในเนื้อหาได้เป็นอย่างดี กลุ่มใดที่เพื่อโหวตและได้รับคะแนนสูง ครูก็จะดำเนินการจัดลำดับผู้ที่	**2. ขั้นกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้** -นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหาหรือสถานการณ์ของกลุ่มตนเองตามที่ได้มอบหมาย เพื่อกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ -สมาชิกแต่ละคนช่วยกันระบุปัญหาของตนเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาลงในกระดาษที่ครูกำหนดให้ **3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า** -นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเนื้อหาผ่านคลิปวีดีโอหรือสื่อ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น เว็บไซต์ เอกสารประกอบการเรียน หนังสือเรียน อื่นๆเพื่อให้กลุ่มสามารถวิเคราะห์ปัญหา ทำความเข้าใจกับปัญหา/สถานการณ์ที่กลุ่มได้รับ โดยมีการแบ่งหน้าที่ในการไปศึกษาค้นคว้าในแต่ละประเด็น (ขั้นนี้นักเรียนอาจทำไปพร้อมกับขั้นที่ 2 แล้วแต่กลุ่มของนักเรียนบริหารจัดการ)

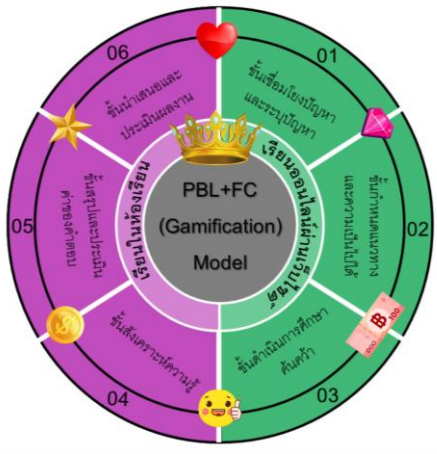
ตาราง 13 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน		การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ
การจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียน	**การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน**	**การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน**
ครูมอบหมาย ตามสถานการณ์ปัญหาที่กลุ่มของตนเองได้รับ และเมื่อสมาชิกทุกคนทำภารกิจครบทุกคนภายในเวลาที่กำหนดจะได้รับ *เหรียญตราสัญลักษณ์ (Badges)* ของกลุ่มเพื่อสะสม และผ่านด่านโดยมีครูเป็นผู้คอยตรวจสอบ การตอบ ให้คำแนะนำ และแจกเหรียญแก่นักเรียนแต่ละกลุ่ม	ทำผลงานสูงสุดไปจนถึงต่ำสุดกระดานผู้นำ (Leader board)จากนั้นนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ร่วมกัน	**4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้** นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อค้นพบที่ได้มาร่วมกันอภิปราย สรุปร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากสิ่งที่ได้เรียนรู้กันมา และนำมาร่วมกันออกแบบขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนหรือที่ได้เป็นองค์ความรู้ใหม่ของกลุ่มตนเอง ซึ่งมีผู้สอนคอยให้คำแนะนำ ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันสังเคราะห์สิ่งที่ได้จากการศึกษา **5) ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ** - นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน สรุปปัญหาหรือตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ หรือมีวิธีอื่นอีกไหมที่สามารถแก้ปัญหาได้ แล้วนำมาเปรียบเทียบกันว่าวิธีไหนดีกว่ากัน เป็นการตรวจสอบผลลัพธ์อีกครั้ง โดยมีครูผู้สอนคอยสังเกต แนะนำ ช่วยเหลือนักเรียนในแต่ละกลุ่ม จากนั้นกลุ่มก็ดำเนินการบันทึกกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ครูกำหนดให้

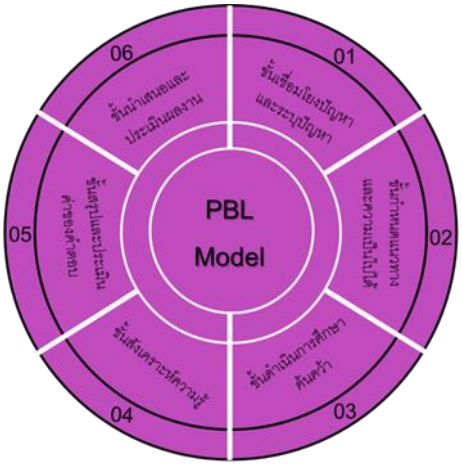
ตาราง 13 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชัน		การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ
การจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียน	**การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน**	**การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน**
		<u>6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน</u> -นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา/ผลการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม เพื่อให้ครูผู้สอนและเพื่อนๆ ร่วมกันประเมินผล แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลการแก้ปัญหาที่ได้ - นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชัน



วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ



ภาพประกอบ 5 แสดงภาพการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมมิฟิเคชันและการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ

ตาราง 14 การนำแนวคิดเกมมิฟิเคชันมาใช้ในสนับสนุนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	**แต้มสะสม** (Points)	**เหรียญตราสัญลักษณ์** (Badges)	**ลำดับขั้น** (Levels)	**ตารางอันดับ** (Leader board)
1	1 แต้มสะสม เมื่อบันทึกข้อมูลจากคลิปวีดีโอและส่งงานผ่านห้องเรียนออนไลน์	เมื่อทุกคนในกลุ่มส่งภารกิจที่ 1 ตอบคำถามผ่าน Padlet มาแลกเป็น เหรียญสะสมของกลุ่ม 1 เหรียญ <u>เหรียญทองแดง</u>	-	กลุ่มใดได้รับคะแนนโหวตสูงสุดในการแข่งขัน/นำเสนอรอบแรกจะนำมาขึ้นตารางสะสมไว้จนถึงด่านสุดท้าย
2	1 แต้มสะสม เมื่อผู้เรียนออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาในแต่ละกลุ่ม	เมื่อทุกคนในกลุ่มส่งภารกิจที่ 2 ครบ ในระบบออนไลน์ แต่ละกลุ่มจะได้เหรียญตราสัญลักษณ์	-	แสดงตารางอันดับรอบที่ 2 เมื่อกลุ่มที่นำเสนอผลงานได้ดีที่สุด จากนั้นนำคะแนนตารางอันดับรอบแรก และรอบ 2 มารวมกัน ขึ้นเป็นตารางอันดับใหม่ของกลุ่ม และขึ้นลำดับของคะแนนเดี่ยวด้วย

ตาราง 14 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	แต้มสะสม (Points)	เหรียญตราสัญลักษณ์ (Badges)	ลำดับขั้น (Levels)	ตารางอันดับ (Leader board)
3	ได้ 1 แต้มสะสมเมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัด/ทำกิจกรรมเรื่อง คุณรู้จัก Scratch ดีแค่ไหน	-	-	-
4	ได้ 1 แต้มสะสม เมื่อผู้เรียนบันทึกกิจกรรม	ได้ 1 เหรียญตราสัญลักษณ์ เมื่อทุกคนในกลุ่มส่งกิจกรรมครบ	-	1. นำเหรียญตราสัญลักษณ์ที่ได้มารวมกันขึ้นเป็นตารางอันดับ ของกลุ่ม 2. นำแต้มสะสมที่ได้มารวมกันขึ้นเป็นตารางอันดับของรายบุคคล
5	1 แต้มสะสมของด่านที่ 1 แต้มลำดับลำใจ	เมื่อผู้เรียนแต่ละกลุ่มสะสมเหรียญครบ 3 เหรียญ และมีแต้มสะสมของด่านที่ 1 มาแลกเป็นเหรียญลำดับลำใจเพื่อ	ด่านที่ 1 ลำดับลำใจ (การวิเคราะห์ปัญหาแบบลำดับ) ด่านที่ 2 ไม้วิเศษ (ออกแบบขั้นตอนการ	1. นำแต้มสะสมเหรียญตราสัญลักษณ์ มารวมกัน ตารางอันดับ ของกลุ่มและเดี่ยว 2. นำผลคะแนนจากการนำเสนอ

ตาราง 14 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	แต้มสะสม (Points)	เหรียญตราสัญลักษณ์ (Badges)	ลำดับขั้น (Levels)	ตารางอันดับ (Leader board)
5	ได้ 1 แต้มสะสมเมื่อผู้เรียนทำแบบทำกิจกรรมเรื่อง	เข้าสู่ ด่านที่ 2 และขอผ่านด่านที่ 2 และเมื่อผู้เรียนแต่ละคนทำกิจกรรมด่านที่ 2 เรียบร้อย ผู้เรียนจะได้รับเหรียญ ไม้วิเศษ เพื่อขอทำภารกิจในด่านที่ 3	แก้ปัญหา ด้วยการเขียนรหัสลำลองและผังงานแบบลำดับ)	งานมาจัดลำดับและรวมคะแนน
6	ได้ 1 แต้มสะสมของด่านที่ 3 แต้มแก้ปม	เมื่อทำด่านที่ 3 เรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนจะได้รับตราสัญลักษณ์ดาบกายสิทธิ์	ด่านที่ 3 แก้ปม (การวิเคราะห์ปัญหาแบบมีเงื่อนไข) ด่านที่ 4 ดาบกายสิทธิ์ (ออกแบบ	1. นำแต้มสะสม เหรียญตราสัญลักษณ์มารวมกันเป็นตารางอันดับ ของ

ตาราง 14 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	แต้มสะสม (Points)	เหรียญตราสัญลักษณ์ (Badges)	ลำดับขั้น (Levels)	ตารางอันดับ (Leader board)
6			ขั้นตอนการแก้ปัญหา ด้วยการเขียนรหัสลำลองและผังงานแบบมีเงื่อนไข)	กลุ่มและเดี่ยว 2. นำผลคะแนนจากการนำเสนองานมาจัดลำดับและรวมคะแนนจัดขึ้นเป็นตารางอันดับ
7	1 แต้มสะสม ของด่านที่ 5 วนไปวนมา เมื่อผู้เรียนสะสมแต้มครบทั้ง 7 แต้มจะได้รับแต้ม best award	เมื่อผู้เรียนสะสมแต้มด่านที่ 5 และได้รับเหรียญตราสัญลักษณ์ครบ 6 เหรียญ ผู้เรียนดำเนินการจัดทำภาระกิจในด่านที่ 6 วนจนชนะแล้วจ้า และเมื่อทำภาระกิจก่านที่ 6 เรียบร้อยแล้วผู้เรียนจะได้รับเหรียญตราสัญลักษณ์ทองคำแท่ง	ด่านที่ 5 วนไปวนมา การวิเคราะห์ปัญหาแบบวนซ้ำ ด่านที่ 6 วนจนชนะ ออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา ด้วยการเขียนรหัสลำลองและผังงานแบบวนซ้ำ	1. นำแต้มสะสม เหรียญตราสัญลักษณ์มารวมกัน เป็นตารางอันดับของกลุ่มและเดี่ยว 2. นำผลคะแนนจากการนำเสนองานมาจัดลำดับและรวมคะแนนจัดขึ้นเป็นตารางอันดับ

7.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

7.2.1 แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณในแง่ของ ความหมายและองค์ประกอบ ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) เพื่อกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะ พฤติกรรมบ่งชี้ที่ใช้สร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ดังตาราง15

ตาราง 15 แสดงนิยามศัพท์เฉพาะ องค์ประกอบ และพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ หมายถึง การแสดงออกถึงความสามารถในกระบวนการคิดของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ โดยใช้กระบวนการคิดที่เป็นเหตุเป็นผลในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้รูปแบบและวิธีการแก้ปัญหาที่ทั้งมนุษย์และคอมพิวเตอร์สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ	**นิยามศัพท์เฉพาะ**	**พฤติกรรมบ่งชี้**
การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (Problem Decomposition)	การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยได้ โดยใช้กระบวนการจำแนกหรือแตกปัญหาใหญ่ออกเป็นส่วนเล็กๆ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น	-วิเคราะห์และแยก/จำแนกปัญหาใหญ่ เป็นปัญหาย่อยได้ -สามารถแก้ปัญหาย่อยที่แตกมาได้
การคิดหารูปแบบ (Pattern Recognition)	การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์พิจารณาความเหมือนหรือความคล้ายคลึงกันของรูปแบบปัญหา	-กำหนดรูปแบบของวิธีการแก้ปัญหาที่มีความเหมือนหรือมีความคล้ายคลึงกัน

ตาราง 15 (ต่อ)

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ หมายถึง การแสดงออกถึงความสามารถในกระบวนการคิดของนักเรียนที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ โดยใช้กระบวนการคิดที่เป็นเหตุเป็นผลในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้รูปแบบและวิธีการแก้ปัญหาที่ทั้งมนุษย์และคอมพิวเตอร์สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ	**นิยามศัพท์เฉพาะ**	**พฤติกรรมบ่งชี้**
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการคัดแยกคุณลักษณะที่สำคัญออกจากรายละเอียดปลีกย่อยของปัญหา สามารถคัดเลือกสิ่งที่ไม่จำเป็นต่อปัญหาออก	- เลือกสิ่งที่เป็นตัวแทนของปัญหา -กำหนดหรือระบุสิ่งที่สำคัญของปัญหาออกจากรายละเอียดของปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้องออกได้อย่างชัดเจน
การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms)	การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการอธิบาย ออกแบบขั้นตอนหรือวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนและชัดเจน	-จัดเรียงหรือลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา -ออกแบบ สร้าง เขียนขั้นตอนในแก้ปัญหาได้

2. สร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณตามลักษณะที่ออกแบบไว้ เป็นแบบวัดประเภทอัตนัย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเป็นแบบวัดที่มีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงสถานการณ์ที่แต่ละข้อครอบคลุมการทักษะการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบ ซึ่งแต่ละสถานการณ์ ประกอบด้วย 4 สถานการณ์ 16 ข้อย่อย ที่ใช้วัดแต่ละองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ ใช้เวลาในการทำแบบวัด 80 นาที

3. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถาม ตามแนวทางของ Rodriguez (2015) คือ เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค โดยมีการให้คะแนนตั้งแต่ 1-3 คะแนน ตามเกณฑ์รูบริครายข้อถามและหากไม่เขียนตอบได้ 0 คะแนน โดยมีสัดส่วนคะแนนและจำนวนข้อคำถามในแต่ละสถานการณ์จำแนกตามองค์ประกอบ ดังตาราง 16

ตาราง 16 คะแนน ข้อคำถาม ที่จำแนกตามองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ

สถานการณ์ที่กำหนด	องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ							
	การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย		การคิดหารูปแบบ		การคิดเชิงนามธรรม		การออกแบบขั้นตอนวิธี	
	ข้อที่	คะแนน	ข้อที่	คะแนน	ข้อที่	คะแนน	ข้อที่	คะแนน
สถานการณ์ที่ 1	1.1	3	1.2	3	1.3	3	1.4	3
สถานการณ์ที่ 2	2.1	3	2.2	3	2.3	3	2.4	3
สถานการณ์ที่ 3	3.1	3	3.2	3	3.3	3	3.4	3
สถานการณ์ที่ 4	4.1	3	4.2	3	4.3	3	4.4	3
รวมมีข้อคำถามจำนวนทั้งสิ้น 16 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน รวมคะแนนเป็น 48 คะแนน								

5. นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ รวมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านการคิดเชิงคำนวณ/หรือครูที่มีประสบการณ์สอนรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มากกว่า 5 ปี จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมิน จำนวน 2 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ของข้อคำถามต่อความสอดคล้องเหมาะสมของพฤติกรรมชี้วัด และตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม และความถูกต้องเหมาะสมของภาษา ซึ่งมีเกณฑ์การตรวจสอบดังนี้

- ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดของทักษะการคิดเชิงคำนวณ
- ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดของทักษะการคิดเชิงคำนวณ
- ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดของทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ผลจากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อและคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พบว่า แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.80 – 1.00 (ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องแสดงภาคผนวก)

6. นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและเกณฑ์การให้คะแนนที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

7. เลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อนำไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ที่เคยเรียนรายวิชาเทคโนโลยีมาแล้ว ซึ่งในการดำเนินการผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลในช่วงต้นภาคเรียน ทำให้นักเรียนยังไม่ได้รับความรู้เนื้อหารายวิชาเทคโนโลยีใหม่

8. นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากการนำไปทดลองใช้ กับนักเรียนเรียบร้อยแล้ว นำแบบวัดฯ มาสุ่มจำนวน 20 ฉบับ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index : RAI) กรณีที่มีพฤติกรรมบ่งชี้หลายตัว นักเรียนหลายคน และมีผู้ประเมิน 2 คน ซึ่งผู้ประเมินประกอบไปด้วย ตัวผู้วิจัยเอง และครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษที่สอนรายวิชาเทคโนโลยี กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เช่นเดียวกัน

9. วิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index : RAI) (สุรชัย มีชาญ, 2547) หลังจากผู้ประเมินทั้ง 2 คน ตรวจให้คะแนนแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณครบทั้ง 20 ฉบับแล้ว ดำเนินการวิเคราะห์ผลดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน พบว่า มีค่าตั้งแต่ 0.82 ถึง 0.90 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณฉบับนี้ มีคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนอยู่ในขั้นใช้ได้ ผู้ประเมินสามารถให้คะแนนได้อย่างสอดคล้องกัน (ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน แสดงในภาคผนวก)

10. นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากการนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียน มาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ โดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory: CTT) ซึ่งในการนำผลคะแนนไปใช้ในการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยใช้คะแนนจากการตรวจให้คะแนนของผู้วิจัยเอง โดยใช้คะแนนของนักเรียนทั้ง 40 คนมาวิเคราะห์

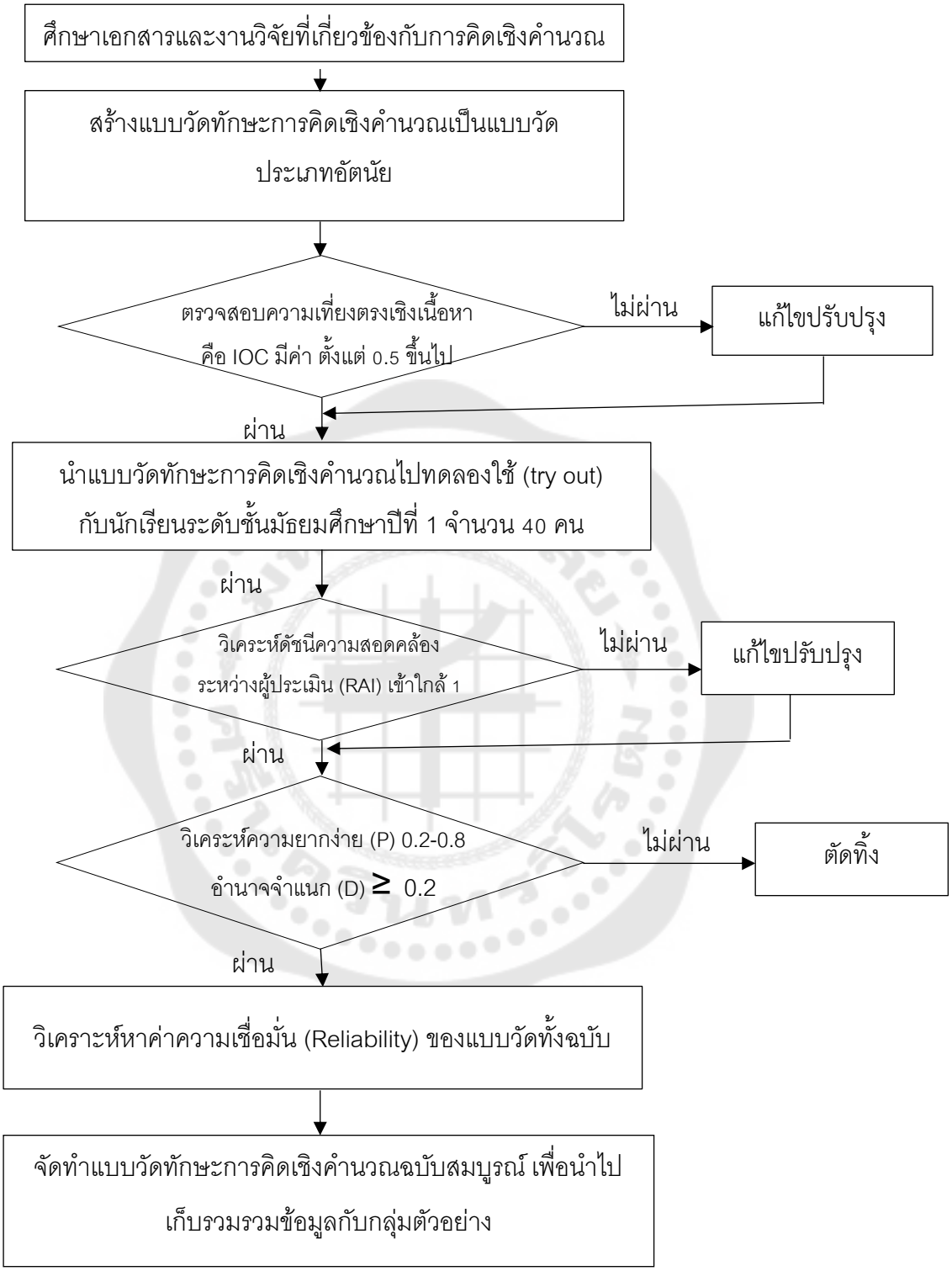
10.1 วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (Difficulty) เป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่าข้อสอบมีความยากง่ายเพียงใด เพื่อคัดเลือกแบบวัดข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 โดยที่แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ผู้วิจัยออกแบบเป็นข้อสอบอัตนัย จะพิจารณาจากคะแนนรวมของผู้สอบทุกคนแล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้เทคนิค 25% ของจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบมีคะแนนสูง คือกลุ่มเก่ง และมีคะแนนต่ำ คือกลุ่มอ่อน แล้วนำมาวิเคราะห์ความยากง่ายของข้อสอบอัตนัย โดยใช้สูตรของวิทนีย์ และ

ซาเบอร์ Whitney, D.R. & Sabers, D.L., 1970 อ้างถึงใน ไพศาล วรคำ (2556) โดยที่ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.41 – 0.72 (ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความยากง่าย แสดงในภาคผนวก)

10.2 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นความสามารถของข้อสอบในแต่ละข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนที่มีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงออกจากนักเรียนกลุ่มต่ำได้ เพื่อเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยใช้สูตรการวิเคราะห์ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอัตนัยวิทนีย์และซาเบอร์ Whitney, D.R. & Sabers, D.L. (1970 อ้างถึงในกฤธยากาญจน์ โตพิทักษ์, 2560) โดยที่ผลการวิเคราะห์ ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีค่าตั้งแต่ 0.27 - 0.77 (ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าอำนาจจำแนก แสดงในภาคผนวก)

10.3 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ โดยใช้การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach's Alpha) โดยผู้วิจัยจะคัดเลือกเฉพาะสถานการณ์ที่ผ่านเกณฑ์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก จำนวน 4 สถานการณ์ 16 ข้อย่อย มาใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัด โดยที่ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับที่จะนำไปใช้ได้ควรมีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 0.70 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี,2556) ซึ่งพบว่าผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีค่าเท่ากับ 0.89

11. จัดทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปเก็บรวมรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

7.2.2 แบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ความสามารถในการเขียนโปรแกรม ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม และวิธีการสร้างเกณฑ์ในการให้คะแนน เป็นแบบทดสอบปลายเปิด และศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) สาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังตาราง 17

ตาราง 17 นิยามศัพท์เฉพาะ รูปแบบ และพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการเขียนโปรแกรม

ความสามารถในการเขียนโปรแกรม หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนที่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อออกแบบขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมโดยใช้การเขียนรหัสลำลองและผังงาน สามารถนำชุดคำสั่งและขั้นตอนวิธีมาใช้เขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม Scratch ได้อย่างเหมาะสมกับโจทย์ปัญหา สามารถตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาด และทดสอบโปรแกรมได้

รูปแบบของการเขียนโปรแกรม	**นิยามศัพท์**	**พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการเขียนโปรแกรม**
ความสามารถในการเขียนโปรแกรมแบบลำดับ	การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อออกแบบขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมโดยใช้การเขียนรหัสลำลองและผังงานแบบลำดับ สามารถนำชุดคำสั่งและขั้นตอนวิธีมาใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบลำดับได้	-ออกแบบการเขียนผังงานและรหัสลำลองแบบลำดับ -เขียนโปรแกรมแบบลำดับ โดยใช้หลักการ ชุดคำสั่งและขั้นตอนวิธีที่เหมาะสมกับโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้
ความสามารถในการเขียนโปรแกรมแบบทางเลือก	การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อออกแบบขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมโดยใช้การเขียนรหัสลำลองและผังงานแบบทางเลือก	-ออกแบบการเขียนผังงานและรหัสลำลองแบบทางเลือก เขียนโปรแกรมแบบทางเลือก โดยใช้หลักการชุดคำสั่งและขั้นตอนวิธีที่เหมาะสมกับโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้

ตาราง 17 (ต่อ)

ความสามารถในการเขียนโปรแกรม หมายถึง ผลคะแนนของนักเรียนที่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อออกแบบขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมโดยใช้การเขียนรหัสลำลองและผังงาน สามารถนำชุดคำสั่งและขั้นตอนวิธีมาใช้เขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม Scratch ได้อย่างเหมาะสมกับโจทย์ปัญหา สามารถตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาด และทดสอบโปรแกรมได้

รูปแบบของการเขียนโปรแกรม	นิยามศัพท์	พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการเขียนโปรแกรม
ความสามารถในการเขียนโปรแกรมแบบทางเลือก	สามารถนำชุดคำสั่งและขั้นตอนวิธีมาใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบทางเลือกได้	
ความสามารถในการเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ	การแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อออกแบบขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมโดยใช้การเขียนรหัสลำลองและผังงานแบบวนซ้ำ สามารถนำชุดคำสั่งและขั้นตอนวิธีมาใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำได้	-ออกแบบการเขียนการเขียนผังงานและรหัสลำลองแบบวนซ้ำ -เขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ โดยใช้หลักการ ชุดคำสั่งและขั้นตอนวิธีที่เหมาะสมกับโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้

2. สร้างแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม โดยใช้เป็นแบบทดสอบอัตนัยเชิงสถานการณ์ ที่มีทั้งการเขียนรหัสลำลอง การเขียนผังงาน และควบคู่กับการเขียนโปรแกรม และกำหนดน้ำหนักคะแนน โดยใช้แบบประเมินเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Score ให้ครอบคลุมทุกระดับความสามารถที่ต้องการวัด ซึ่งมีลักษณะข้อคำถามเป็นเชิงสถานการณ์ จำนวน 3 สถานการณ์ 6 ข้อย่อย ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 90 นาที ดังตาราง 18

3. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามเป็นการให้คะแนนแบบรูบริครายข้อคำถาม และหากไม่เขียนตอบได้ 0 คะแนน โดยมีสัดส่วนคะแนนและจำนวนข้อคำถามในแต่ละสถานการณ์ ดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงผลคะแนนความสามารถในการเขียนโปรแกรม

สถานการณ์และจำนวนข้อ	ความสามารถในการเขียนโปรแกรม					
	การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ		การเขียนโปรแกรมแบบมีทางเลือก		การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ	
	การเขียนรหัสลำลองและผังงาน	การเขียนโปรแกรม	การเขียนรหัสลำลองและผังงาน	การเขียนโปรแกรม	การเขียนรหัสลำลองและผังงาน	การเขียนโปรแกรม
	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน
สถานการณ์ที่ 1	5	5	-	-	-	-
สถานการณ์ที่ 2	-	-	5	5	-	-
สถานการณ์ที่ 3	-	-	-	-	5	5
คะแนนรวม	5	5	5	5	5	5
	10		10		10	
รวมมีข้อคำถาม 3 ข้อ 3 สถานการณ์ ข้อละ 10 คะแนน รวมคะแนนเป็น 30 คะแนน						

4. นำแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และนำมาคำนวณหาค่า IOC ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่ประกอบไปด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยี และมีประสบการในการสอนเรื่องการเขียนโปรแกรมจำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผล และประเมินผล 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ของข้อคำถามต่อความสอดคล้องเหมาะสมของพฤติกรรมชี้วัด และตรวจสอบลักษณะของการใช้ข้อคำถาม และความถูกต้องเหมาะสมของภาษา ซึ่งมีเกณฑ์การตรวจสอบดังนี้

-ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดของความสามารถในการเขียนโปรแกรม

-ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้ของ

ความสามารถในการเขียนโปรแกรม

-ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้ของ

ความสามารถในการเขียนโปรแกรม

ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ด้วยการหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม มีค่าเท่ากับ 0.80 – 1.00 (ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องแสดงภาคผนวก)

5. นำแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม และเกณฑ์การให้คะแนนที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

6. เลือกข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อนำไปทดลองใช้(Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ที่เคยเรียนรายวิชาเทคโนโลยีมาแล้ว ซึ่งในการดำเนินการเก็บข้อมูลนั้น ผู้วิจัยเก็บข้อมูลในช่วงต้นภาคเรียน ทำให้นักเรียนยังไม่ได้รับความรู้ เนื้อหาใหม่ของรายวิชาเทคโนโลยี

7. นำแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมที่ได้จากการนำไปทดลองใช้ กับนักเรียนเรียบร้อยแล้ว นำมาสุ่ม 20 ฉบับ เพื่อวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index : RAI) กรณีที่มีพฤติกรรมบ่งชี้หลายตัว นักเรียนหลายคน และมีผู้ประเมิน 2 คน ซึ่งผู้ประเมินประกอบไปด้วย ตัวผู้วิจัยเอง และครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษที่สอนในรายวิชาเทคโนโลยีกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เช่นเดียวกัน

8.วิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index : RAI) (สุรชัย มีชาญ, 2547) หลังจากผู้ประเมินทั้ง 2 คน ตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมครบทั้ง 20 ฉบับแล้ว ดำเนินการวิเคราะห์ผลดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน พบว่ามีค่าตั้งแต่ 0.74-0.84 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมฉบับนี้ มีคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนอยู่ในขั้นใช้ได้ ผู้ประเมินสามารถให้คะแนนได้อย่างสอดคล้องกัน (ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน แสดงในภาคผนวก)

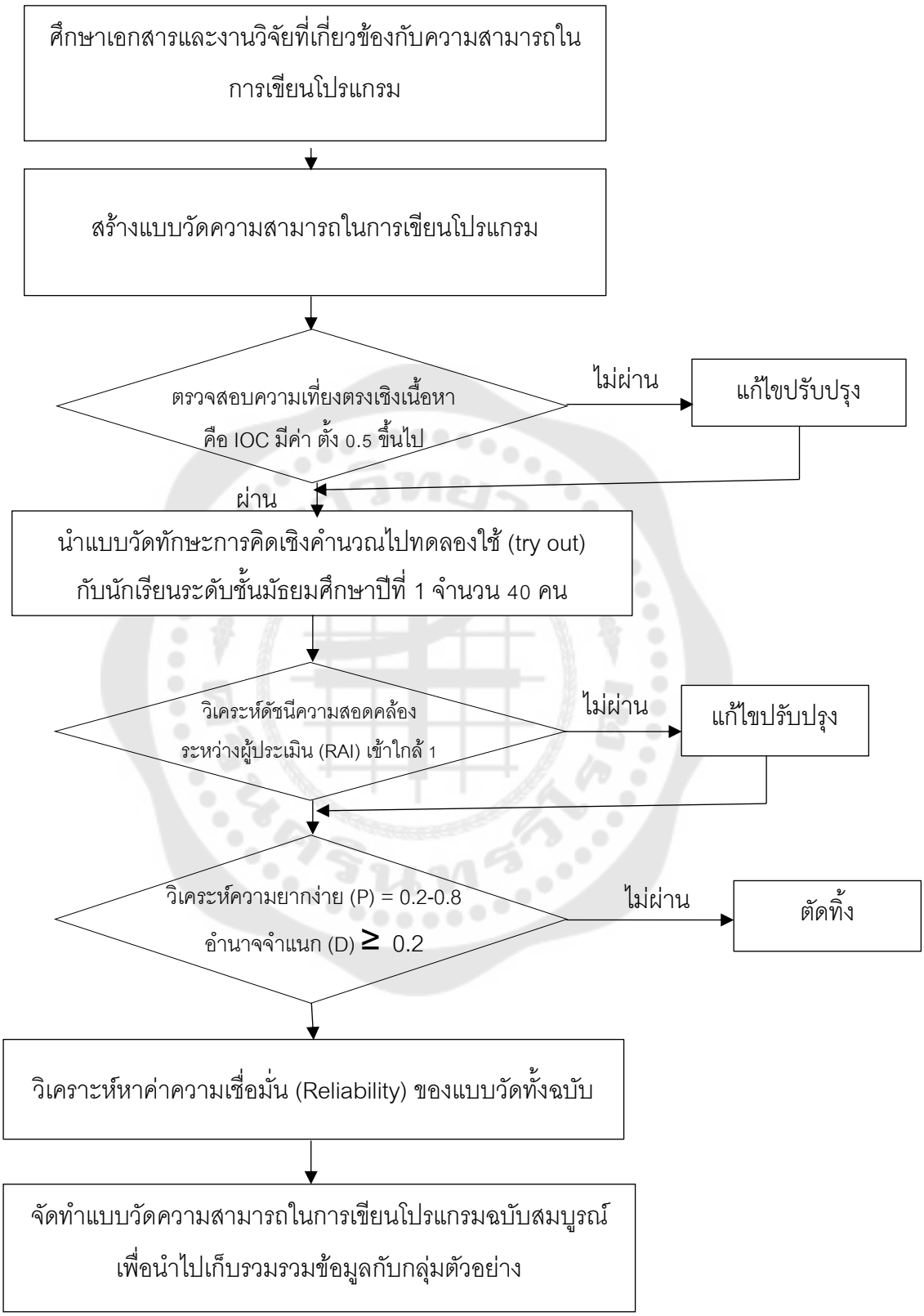
9. นำแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมที่ได้จากการนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียน มาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory: CTT) ซึ่งในการนำผลคะแนนไปใช้ในการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยใช้คะแนนจากการตรวจให้คะแนนของผู้วิจัยเอง โดยใช้คะแนนของนักเรียนทั้ง 40 คนมาวิเคราะห์

9.1 วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (Difficulty) เป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่าข้อสอบมีความยากง่ายเพียงใด เพื่อคัดเลือกแบบวัดข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 โดยที่แบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมที่ผู้วิจัยออกแบบเป็นข้อสอบอัตนัย จะพิจารณาจากคะแนนรวมของผู้สอบทุกคนแล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้เทคนิค 25% ของจำนวน นักเรียนที่เข้าสอบมีคะแนนสูง คือกลุ่มเก่ง และมีคะแนนต่ำ คือกลุ่มอ่อน แล้วนำมาวิเคราะห์ความยากง่ายของข้อสอบอัตนัยโดย ใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ Whitney, D.R. & Sabers, D.L.(1970 อ้างถึงใน ไพศาล วรคำ, 2556) โดยมีผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมมีค่าตั้งแต่ 0.26 - 0.65

9.2 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นความสามารถของข้อสอบในแต่ละข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถในการเขียนโปรแกรมสูงออกจากนักเรียนกลุ่มต่ำได้ เพื่อเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยใช้สูตรการวิเคราะห์ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอัตนัยวิทนีย์และซาเบอร์ Whitney, D.R. & Sabers, D.L.(1970 อ้างถึงใน กฤธยากาญจน์ โตพิทักษ์, 2560) โดยมีผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม มีค่าตั้งแต่ 0.21-0.81

9.3 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ โดยใช้การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach's Alpha) โดยผู้วิจัยจะคัดเลือกเฉพาะข้อที่สถานการณ์นั้นผ่านเกณฑ์ ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก มาใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด โดยที่ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับที่จะนำไปใช้ได้ควรมีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 0.70 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)ดังนี้ ซึ่งพบว่าผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมจำนวน 3 สถานการณ์ 6 ข้อย่อย ทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.93

10. จัดทำแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปเก็บรวมรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม

7.3 สูตรที่ใช้การวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

7.3.1 สูตรดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index : RAI)

กรณีที่มีพฤติกรรมบ่งชี้หลายตัว นักเรียนหลายคน ผู้ประเมิน 2 คน

$$RAI = 1 - \frac{\sum_{k=1}^{K}\sum_{n=1}^{N} \left| R_{1nk} - R_{2nk} \right|}{KN(I-1)}$$

RAI แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

R_{1nk} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1 ของนักเรียนคนที่ n ในพฤติกรรมที่ k (n = 1,2,3,..,N และ k =1,2,3,..,K)

R_{2nk} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2 ของนักเรียนคนที่ n ในพฤติกรรมที่ k (n = 1,2,3,..,N และ k =1,2,3,..,K)

K แทน จำนวนของพฤติกรรมบ่งชี้ทั้งหมด

N แทน จำนวนของนักเรียนทั้งหมด

M แทน จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

I แทน จำนวนของคะแนนที่เป็นไปได้ทั้งหมด (ตามเกณฑ์การให้คะแนน)

7.3.2 สูตรการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{min})}{2N\,(X_{max} - X_{min})}$$

P_E แทน ดัชนีความยาก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน (เฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง)

X_{max} แทน คะแนนสูงสุด

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุด

7.3.3 สูตรการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก

$$D = \frac{S_U - S_L}{N\,(X_{max} - X_{min})}$$

D แทน ดัชนีอำนาจจำแนก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน (เฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง)

X_{max} แทน คะแนนสูงสุด

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุด

7.3.4 สูตรการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left\{1 - \frac{\sum S_i^2}{S_x^2}\right\}$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ ความเชื่อมั่นของแบบสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบ

$\sum S_i^2$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมส่วนที่ i

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม x

7.3.5 สูตรการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

7.3.6 สูตรการวิเคราะห์หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

n	แทน	จำนวนคนในกลุ่ม
$\sum$	แทน	ผลรวม

8. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม มาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

8.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัย

1) การวิเคราะห์ค่าสถิติเชิงบรรยาย คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ความเบ้ (Skewness) ความโด้ง (Kurtosis) ของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ ความสามารถในการเขียนโปรแกรมจากการวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2) การวิเคราะห์สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

2.1) การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามแบบสองทาง (Two-way MANOVA) เพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัยข้อที่ 1 หาผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียน มีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

1. การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

1.1) การแจกแจงของประชากร (Distribution) การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณนั้นประชากรจะต้องแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร โดยใช้สถิติทดสอบ Skewness และ Kurtosis

1.2) ความสัมพันธ์ (Correlation) เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรตาม การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม วิเคราะห์ด้วยวิธีการของเพียร์สัน (Pearson) ซึ่งการมีความสัมพันธ์นั้นไม่ควรสูงเกินไป หรือมีค่าตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป

1.3) ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน ด้านความเป็นเอกพันธ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของแต่ละกลุ่ม (Homogeneity of Variance Covariance Matrices) สถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ Box's M

1.4) การตรวจสอบเมทริกซ์ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linearity) ของตัวแปรตามทุกตัว โดยตัวแปรตามทุกตัวที่ทำการศึกษามีความสัมพันธ์กัน สถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ Bartlett's Test of Sphericity

1.5) การตรวจสอบเมทริกซ์ความแปรปรวนของแต่ละตัวแปรตามแต่ละตัวที่ศึกษาในแต่ละกลุ่มของตัวแปรอิสระมีค่าเท่ากัน (homogeneity of variance) สถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ Levene's Test

2. การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียน: เมื่อทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยทำการศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียน ดูจากผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวนปรวนพหุคูณแบบสองทาง (Two way MANOVA)

2.1) กรณีผลการวิเคราะห์ผลปฏิสัมพันธ์ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติ ดำเนินการวิเคราะห์ One-way MANOVA 2 ครั้ง จำแนกตามตัวแปรอิสระ

2.2) กรณีผลการวิเคราะห์ผลปฏิสัมพันธ์พบนัยสำคัญทางสถิติ ดำเนินการวิเคราะห์ Simple Main Effect รายตัวแปรอิสระ

2.2) การศึกษาผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม เพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัยข้อที่ 2 : โดยที่ในการนำเสนอผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทั้ง 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีการวัดผลก่อนเรียน และไม่มีการวัดผลก่อนเรียน ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

8.2 การวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

1) คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของแผนการการจัดการเรียนรู้

2) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามต่อความสอดคล้องเหมาะสมของพฤติกรรมชี้วัดกับนิยามศัพท์เฉพาะ

3) ความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (RAI) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม

4) ค่าความยากง่าย (Difficulty) เพื่อหาค่าความยากง่ายของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม

5) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม

6) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม

9. กระบวนการในการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีการใช้การควบคุมความแปรปรวนของตัวแปร โดยใช้หลักการ Max Min Con (Max Min Con Principle) โดยมีรายละเอียดดังนี้

9.1) การทำให้ความแปรปรวนของตัวแปรตามอันเนื่องมาจากตัวแปรต้นที่เป็นระบบมีค่าสูงสุด (Max) ผู้วิจัยมีการดำเนินการเพื่อให้ความแปรปรวนของตัวแปรต้นมีความแตกต่างกันมากที่สุด โดยผู้วิจัยจัดสภาพในการวิจัยด้วยการเปรียบเทียบวิธีการสอน 2 รูปแบบที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน (ในกลุ่มทดลอง) กับ วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ (ในกลุ่มควบคุม) เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างของผลที่วัดได้จากตัวแปรตาม มีการจัดการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเคร่งครัด และออกแบบช่วงระยะเวลาในการทดลองที่เหมาะสม และเท่าเทียมกันระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

9.2) การทำให้ความแปรปรวนของตัวแปรตามอันเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยที่สุด (Min) ผู้วิจัยมีการดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมืออย่างเป็นระบบ ครบถ้วน และสมบูรณ์ เหมาะสมกับการวัด และเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการ ผู้วิจัยมีการตรวจสอบความเที่ยงตรง (validity) ความยากง่าย (difficulty) อำนาจจำแนก (discrimination) ความเชื่อมั่น (reliability) และการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (RAI) เพื่อตรวจสอบว่าเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดสามารถให้คะแนนได้สอดคล้องกัน และความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสุ่มนั้น ผู้วิจัยมีการดำเนินการสุ่มผ่านกระบวนการสุ่มที่เป็นระบบ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีความเท่าเทียมกัน โดยผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถก่อนรับการทดลองเท่าเทียมกัน (มีทั้งเก่ง ปานกลาง อ่อน ภายในห้องเรียน) ซึ่งจากผลการพิจารณาจากคะแนนสอบเข้าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของนักเรียน ซึ่งในแต่ละห้องมีผลคะแนนสอบที่ใกล้เคียงกัน โดยที่ในการสอบเข้าเรียนของโรงเรียนนั้นมีการทดสอบในรายวิชาเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ ความสามารถทางด้านเทคโนโลยี พบว่าผลคะแนนของนักเรียนแต่ละห้องใกล้เคียงกัน และในการวิจัยนั้นผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยตัวเองในทุกกลุ่ม

9.3) การควบคุมความแปรปรวนจากตัวแปรแทรกซ้อน (Con) เป็นการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ซึ่งอาจเกิดขึ้นระหว่างการทดลอง (เป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยไม่ต้องการให้เกิดขึ้น) ในการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนผู้วิจัยมีการดำเนินการทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน ที่มีการควบคุมตัวแปรแรกซ้อนในเรื่องของ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการวัดผลก่อนเรียนกับการจัดกระทำที่อาจส่งผลต่อตัวแปรตาม และในการดำเนินการสุ่มผู้วิจัยใช้กระบวนการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นระบบมีความชัดเจนตามหลักการที่เหมาะสม และถูกต้อง โดยที่การสุ่มตัวอย่างนั้นผู้วิจัยมีการกำหนด

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม g* power และแต่ละกลุ่มที่มีความสามารถเท่าเทียมกัน ในการทดลองนี้ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม โดยที่ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานในทางด้านความรู้ ความสามารถทางด้านเทคโนโลยีใกล้เคียงกัน พิจารณาจากผลการทดสอบเข้าเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในด้านของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการคัดเลือกตัวอย่างกับการจัดกระทำ ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มที่สุ่มการจัดกระทำแก่ห้องเรียน (Random treatment) เพื่อขจัดอิทธิพลความลำเอียงของผู้วิจัย และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตัวเองกับนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีจำนวนคาบที่เพียงพอ และเท่าเทียมกันทั้ง 4 กลุ่ม

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมรายวิชเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน โดยมีการนำเสนอผลการวิจัยดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมจากการวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

2. การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามแบบสองทาง (Two-way MANOVA)

3. การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พร้อมกับเปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc Test)

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงกำหนดให้สัญลักษณ์ต่างๆ แทนความหมายดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียน
M	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
Sk	แทน	ค่าความเบ้ (Skewness)
Ku	แทน	ค่าความโด่ง (Kurtosis)
F	แทน	ค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test)
SS	แทน	ค่าผลโดยรวมกำลังสอง (Sum of Squares)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสอง (Mean Square)
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

df	แทน	องศาอิสระ (degree of freedom)
p-value	แทน	ค่าความน่าจะเป็น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

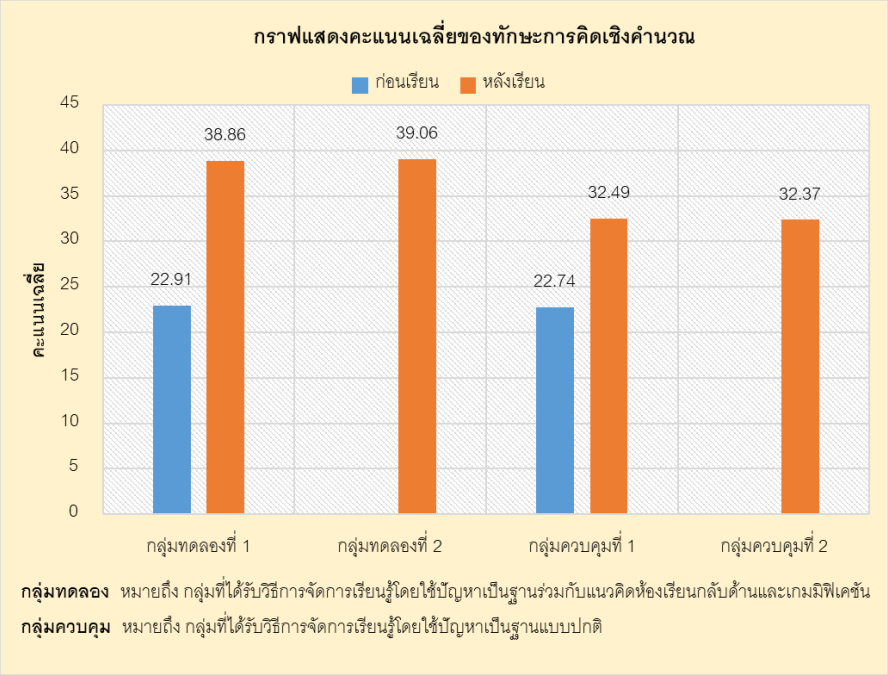
1. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมจากการวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์สถิติพื้นฐานคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณมีคะแนนใกล้เคียงกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.91 และ 22.74 ตามลำดับ (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.51 และ 4.12 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาการแจกแจงจากค่าความเบ้ (Sk) และค่าความโด่ง (Ku) พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการแจกแจงใกล้เคียงกับโค้งปกติ

ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 39.06 รองลงมา ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนเท่ากับ 38.86, 32.49 และ 32.37 ตามลำดับ (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.73, 3.74, 2.43 และ 2.24 ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้ง 2 กลุ่ม เมื่อพิจารณาค่าการกระจายของคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณจะเห็นได้ว่า ค่าความเบ้ (Sk) และค่าความโด่ง (Ku) ของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียง 0 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนมีการกระจายใกล้เคียงกับโค้งปกติ รายละเอียดแสดงดังตาราง 19

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	n	คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ ก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 48)				คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ หลังเรียน (คะแนนเต็ม 48)			
		M	SD	Sk	Ku	M	SD	Sk	Ku
ทดลองที่ 1	35	22.91	3.51	0.81	-0.44	38.86	3.74	-0.45	-0.28
ทดลองที่ 2	35	-	-	-	-	39.06	3.73	-0.94	0.65
เฉลี่ย	**70**	**22.91**	**3.51**	**0.81**	**-0.44**	**38.96**	**3.74**	**-0.70**	**0.19**
ควบคุมที่ 1	35	22.74	4.12	0.63	-0.31	32.49	2.43	-0.96	0.67
ควบคุมที่ 2	35	-	-	-	-	32.37	2.23	-0.81	0.44
เฉลี่ย	**70**	**22.74**	**4.12**	**0.63**	**-0.31**	**32.43**	**2.33**	**-0.89**	**0.56**



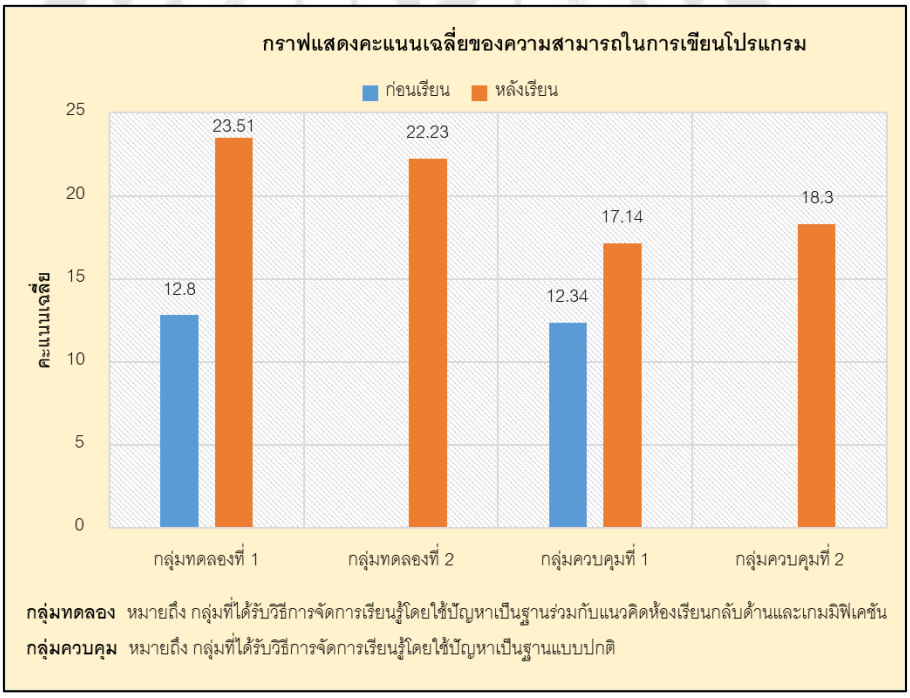
ภาพประกอบ 8 กราฟแสดงผลคะแนนเฉลี่ยของทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรม เท่ากับ 12.80 และ 12.34 ตามลำดับ (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.88 และ 2.87 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาการแจกแจงจากค่าความเบ้ (Sk) และค่าความโด่ง (Ku) พบว่าแต่ละกลุ่มมีการแจกแจงใกล้เคียงกับโค้งปกติ

ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 23.51 รองลงมา ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มควบคุมที่ 2 และกลุ่มควบคุมที่ 1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเขียนโปรแกรม เท่ากับ 22.23, 18.00 และ 17.14 ตามลำดับ (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.80, 3.56, 1.75 และ 1.65 ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมสูงกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อพิจารณาค่าการกระจายของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรม พบว่า ค่าความเบ้ (Sk) และค่าความโด่ง (Ku) ของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียง 0 สามารถสรุปได้ว่าคะแนนความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนมีการกระจายใกล้เคียงกับโค้งปกติ รายละเอียดแสดงดังตาราง 20

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการเขียนโปรแกรมก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	n	คะแนนความสามารถในการเขียนโปรแกรมก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 30)				คะแนนความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30)			
		M	SD	Sk	Ku	M	SD	Sk	Ku
ทดลองที่ 1	35	12.80	2.87	0.18	-1.02	23.51	2.80	-0.17	-1.01
ทดลองที่ 2	35	-	-	-	-	22.23	3.56	-0.19	-0.62
เฉลี่ย	**70**	**12.80**	**2.87**	**0.18**	**-1.02**	**22.87**	**3.18**	**-0.18**	**-0.82**
ควบคุมที่ 1	35	12.34	2.86	0.31	-1.05	17.14	1.65	-0.24	-0.63
ควบคุมที่ 2	35	-	-	-	-	18.00	1.75	0.18	0.75
เฉลี่ย	**70**	**12.34**	**2.86**	**0.31**	**-1.05**	**17.57**	**1.70**	**-0.03**	**0.06**



ภาพประกอบ 9 กราฟแสดงผลคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเขียนโปรแกรมก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามแบบสองทาง (Two-way MANOVA)

การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ ที่มีการวัดผลก่อนเรียนกับไม่มีวัดผลก่อนเรียนด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติที่ใช้ในการทดสอบ ด้านความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม ทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม ของนักเรียน โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson) จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม พบว่า มีความสัมพันธ์กันทางบวกระดับปานกลาง (r=.56) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนที่มีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงมีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมสูง ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนร่วมกันได้ร้อยละ 31.36 (r^2 = 31.36) ด้านความเป็นเอกพันธ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของแต่ละกลุ่ม (Homogeneity of covariance matrices) โดยใช้สถิติทดสอบ Box's M เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Box's M=36.60, F=3.95, df1=9, df2=211960, p=0.01) ซึ่งไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น ดังนั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ Pillai's Trace ในการนำเสนอผลต่อไป (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม 2557, น. 10) และเมื่อตรวจสอบเมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามด้วยสถิติ Bartlett's Test พบว่าทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Bartlett's Test of Sphericity=61.58, df=2, p=0.01) แสดงให้เห็นว่าทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม และจากการทดสอบความเท่าเทียมของความแปรปรวนของตัวแปร ในแต่ละตัวแปรตาม พิจารณาจากค่า Levene's Test พบว่า ค่าเฉลี่ยของทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมมีความแปรปรวนแตกต่างกันในแต่ละวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (F=4.35, df1=3, df2=136, p=.01) และ (F=11.35, df1=3, df2=136, p=0.01) ตามลำดับ รายละเอียดแสดงดังตาราง 21

ตาราง 21 ผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม

ตัวแปรตาม	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	ความสามารถในการเขียนโปรแกรม
ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	1.00	0.56**
ความสามารถในการเขียนโปรแกรม		1.00

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Box's M	F	df1	df2	p-value
36.60	3.95	9	211960.59	0.01
Bartlett's test of Sphericity			df	p-value
61.58			2	0.01
Levene's Test	F	df1	df2	p-value
ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	4.35	3	136	0.01
ความสามารถในการเขียนโปรแกรม	11.35	3	136	0.01

การศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดผลก่อนเรียนที่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนพบว่า อิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียน ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Pillai's Trace =0.073, F=5.332, df=2, P=0.006) ขณะที่อิทธิพลหลักของวิธีการจัดการเรียนรู้ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Pillai's Trace =0.585, F=95.067, df=2, P=0.001) แต่อิทธิพลหลักของการวัดผลก่อนเรียนส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Pillai's Trace =0.003, F=0.225, df=2, P=0.799) รายละเอียดแสดงดังตาราง 22

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียน

ตัวแปรต้น	Multivariate Test	Value	F	Hypothesis df	Error df	p-value
วิธีการจัดการเรียนรู้	**Pillai's Trace**	**0.585**	**95.067**	**2**	**135**	**0.001**
	Wilks' Lambda	0.415	95.067	2	135	0.001
	Hotelling's Trace	1.408	95.067	2	135	0.001
	Roy's Largest Root	1.408	95.067	2	135	0.001
การวัดผลก่อนเรียน	**Pillai's Trace**	**0.003**	**0.225**	**2**	**135**	**0.799**
	Wilks' Lambda	0.997	0.225	2	135	0.799
	Hotelling's Trace	0.003	0.225	2	135	0.799
	Roy's Largest Root	0.003	0.225	2	135	0.799
วิธีการจัดการเรียนรู้*การวัดผลก่อนเรียน	**Pillai's Trace**	**0.073**	**5.332**	**2**	**135**	**0.006**
	Wilks' Lambda	0.927	5.332	2	135	0.006
	Hotelling's Trace	0.079	5.332	2	135	0.006
	Roy's Largest Root	0.079	5.332	2	135	0.006

เมื่อทำการวิเคราะห์อิทธิผลปฏิสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรตามพบว่า อิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดผลก่อนเรียนส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (F=0.089, df=1, p=0.766) แต่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F=6.118, df=1, p=.015) ดังนั้นผู้วิจัยจะทำการทดสอบอิทธิพลหลักอย่างง่าย (Simple main effect) ในลำดับต่อไป และเมื่อพิจารณาอิทธิพลหลักของวิธีการจัดการเรียนรู้ พบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F=153.805, df=1, p=0.001 และ F=149.696, df=1, p=0.001) กล่าวคือ การที่ผู้เรียนได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แตกต่างกัน มีคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกัน ขณะที่อิทธิพลหลักของการวัดผลก่อนเรียนส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (F=0.007, df=1, p=0.935 และ F=0.245, df=1, p=0.622) โดยที่วิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมได้ร้อยละ 53.4 (R Squared=.534, Adjusted R Squared=.524) รายละเอียดแสดงดังตาราง 23

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลปฏิสัมพันธ์แต่ละตัวแปรตามระหว่างทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรม

Tests of Between-Subjects Effects

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	SS	df	MS	F	p-value
วิธีการจัดการเรียนรู้	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	1491.779	1	1491.779	153.805*	0.001
	ความสามารถในการเขียนโปรแกรม	983.150	1	983.150	149.696*	0.001
การวัดผลก่อนเรียน	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	0.064	1	0.064	0.007	0.935
	ความสามารถในการเขียนโปรแกรม	1.607	1	1.61	0.245	0.622
วิธีการจัดการเรียนรู้*การวัดผลก่อนเรียน	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	0.864	1	0.864	0.089	0.766
	ความสามารถในการเขียนโปรแกรม	40.179	1	40.179	6.118*	0.015
ความคลาดเคลื่อน	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	1319.086	136	9.699		
	ความสามารถในการเขียนโปรแกรม	893.200	136	6.568		
รวมทั้งหมด	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	181159	140			
	ความสามารถในการเขียนโปรแกรม	59165	140			

R Squared=.534, Adjusted R Squared=.524

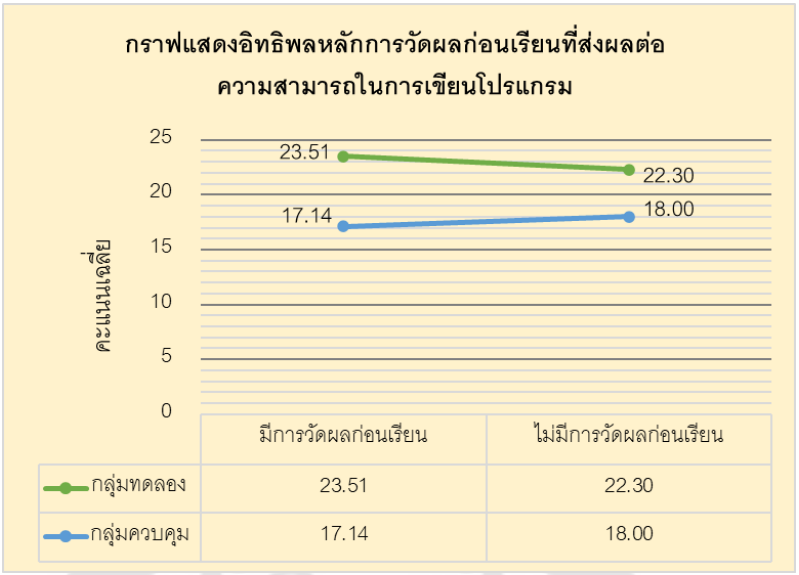
* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิเคราะห์อิทธิผลปฏิสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรตามในตาราง 23 พบว่า อิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียนส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (F=0.089, df=1, p=0.766) แต่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F=6.118, df=1, p=.015) ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการทดสอบอิทธิพลหลักอย่างง่าย (Simple main effect) ของความสามารถในการเขียนโปรแกรมเท่านั้น เนื่องจากวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียนร่วมกันส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรม แต่ไม่ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การศึกษาอิทธิพลหลักของการวัดผลก่อนเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีการวัดผลก่อนเรียนมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F=108.169, df=1, P=0.001) ขณะที่นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการวัดผลก่อนเรียนมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F=47.645, df=1, P=0.001) แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีการวัดผลก่อนเรียน และไม่มีการวัดผลก่อนเรียนจะมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกัน อันเนื่องมาจากการได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันนั่นเอง รายละเอียดแสดงดังตาราง 24

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลหลักของการวัดผลก่อนเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรม

อิทธิพลหลักการวัดผลก่อนเรียน	**กลุ่ม**	M	SS	df	MS	F	p-value
มีการวัดผลก่อนเรียน	ทดลอง	23.51	710.414	1	710.414	108.169*	0.001
	ควบคุม	17.14					
ความคลาดเคลื่อน			893.200	136	6.568		
ไม่มีการวัดผลก่อนเรียน	ทดลอง	22.23	312.914	1	312.914	47.645*	0.001
	ควบคุม	18.00					
ความคลาดเคลื่อน			893.200	136	6.568		

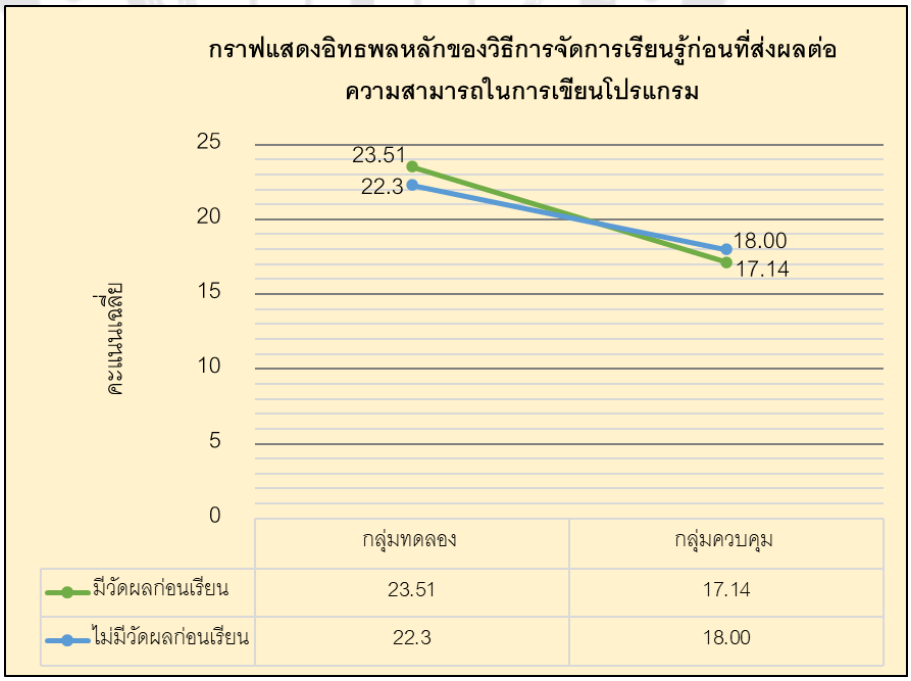


ภาพประกอบ 10 กราฟแสดงอิทธิพลหลักของการวัดผลก่อนเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรม

2) การศึกษาอิทธิพลของวิธีการจัดการเรียนรู้ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่มีการวัดผลก่อนเรียน และไม่มีการวัดผลก่อนเรียนมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F=4.405, df=1, P=0.038) แต่นักเรียนกลุ่มควบคุมที่มีการวัดผลก่อนเรียน และไม่มีการวัดผลก่อนเรียนจะมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (F=1.958, df=1, P=0.164) แสดงให้เห็นว่าการมีการวัดผลก่อนเรียนส่งผลต่อนักเรียนกลุ่มทดลอง แต่ไม่ส่งผลต่อนักเรียนกลุ่มควบคุม รายละเอียดแสดงดังตาราง 25

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลหลักของวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรม

อิทธิพลหลัก วิธีการจัดการเรียนรู้	การวัดผลก่อนเรียน	M	SS	df	MS	F	p-value
กลุ่มทดลอง	มีการวัดผลก่อนเรียน	23.51	28.929	1	28.929	4.405*	0.038
	ไม่มีการวัดผลก่อนเรียน	22.23					
ความคลาดเคลื่อน			893.200	136	6.568		
กลุ่มควบคุม	มีการวัดผลก่อนเรียน	17.14	12.857	1	12.857	1.958	0.164
	ไม่มีการวัดผลก่อนเรียน	18.00					
ความคลาดเคลื่อน			893.200	136	6.568		



ภาพประกอบ 11 กราฟแสดงอิทธิพลหลักของวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรม

จากการศึกษาอิทธิผลปฏิสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรตามในตาราง 23 พบว่า อิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียนส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทำการทดสอบอิทธิพลหลักอย่างง่าย (Simple main effect) ของความสามารถในการเขียนโปรแกรม ตามตาราง 24 และ 25 ดังนั้นในการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของตัวแปรแต่ละกลุ่มแยกตามตัวแปรตาม เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียน ทั้ง 4 กลุ่ม รายละเอียด ดังข้อ 3

3. การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ และคะแนนความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานแบบปกติ โดยใช้สถิติการทดสอบ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของทักษะการคิดเชิงคำนวณ และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของความสามารถในการเขียนโปรแกรมระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้ง 4 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F=51.300, df=3, p=0.001 และF=52.019, df=3, p=0.001 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้ง 4 กลุ่มมีทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังเรียนแตกต่างกัน รายละเอียดแสดงดังตาราง 26

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ								
กลุ่ม	M	SD	**แหล่งความแปรปรวน**	ss	df	MS	F	p-value
กลุ่มทดลองที่ 1	38.86	3.74	ระหว่างกลุ่ม	1492.707	3	497.569	51.300*	0.001
กลุ่มทดลองที่ 2	39.06	3.73	ภายในกลุ่ม	1319.086	136	9.699		
กลุ่มควบคุมที่ 1	32.49	2.43	รวม	2811.793	139	-	4.356	0.006
กลุ่มควบคุมที่ 2	32.37	2.23						

ตาราง 26 (ต่อ)

ความสามารถในการเขียนโปรแกรม								
กลุ่ม	**M**	**SD**	**แหล่งความแปรปรวน**	**ss**	**df**	**MS**	**F**	**p-value**
กลุ่มทดลองที่ 1	23.51	2.80	ระหว่างกลุ่ม	1024.936	3	341.645	52.019*	0.001
กลุ่มทดลองที่ 2	22.23	3.56	ภายในกลุ่ม	893.200	136	6.568		
กลุ่มควบคุมที่ 1	17.14	1.65	รวม	1918.136	139	-	11.357	0.001
กลุ่มควบคุมที่ 2	18.00	1.70						

*มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ทีละรายตัวแปรตาม พิจารณาจากการเปรียบเทียบผลคะแนนรายคู่ ด้วยวิธีการของ Bonferroni มีรายละเอียดดังนี้

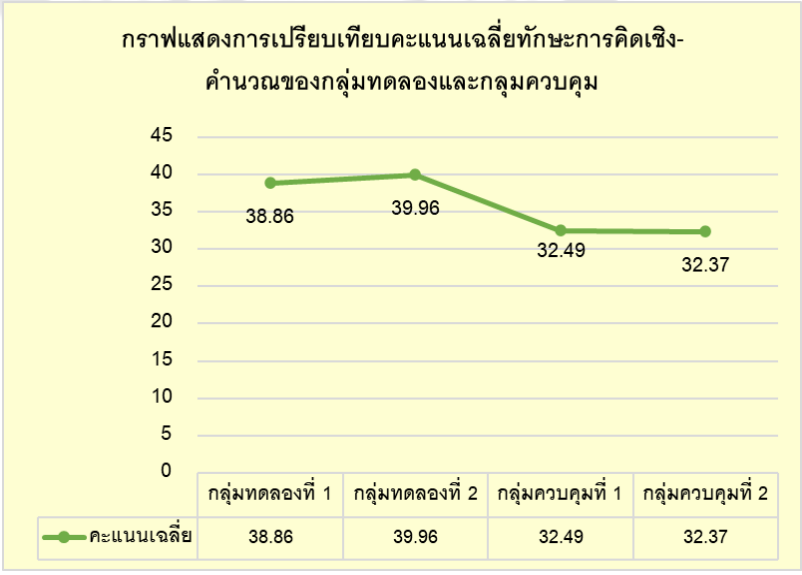
1) ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายคู่ ด้วยวิธีการของ Bonferroni ของคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนแต่ละกลุ่ม พบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p=1.00) แต่สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p=0.01 และ 0.01 ตามลำดับ) ขณะที่นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p=0.01 และ 0.01 ตามลำดับ) แต่กลุ่มควบคุมที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชันทั้ง 2 กลุ่มมีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ ทั้ง 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รายละเอียดแสดงดัง ตาราง 27

ตาราง 27 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ

กลุ่ม	กลุ่มทดลองที่ 1 E_1 (38.86)	กลุ่มทดลองที่ 2 E_2 (39.06)	กลุ่มควบคุมที่ 1 C_1 (32.49)	กลุ่มควบคุมที่ 2 C_2 (32.37)
กลุ่มทดลองที่ 1 E_1 (38.86)	-	-0.20	6.37*	6.49*
กลุ่มทดลองที่ 2 E_2 (39.06)		-	6.57*	6.69*
กลุ่มควบคุมที่ 1 C_1 (32.49)			-	0.11
กลุ่มควบคุมที่ 2 C_2 (32.37)				-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม สูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้ง 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 38.96 และ 32.43 ตามลำดับ มีค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 2.09 (Cohen's d=2.09) แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติในระดับสูงมาก (Large Effect Size)



ภาพประกอบ 12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ

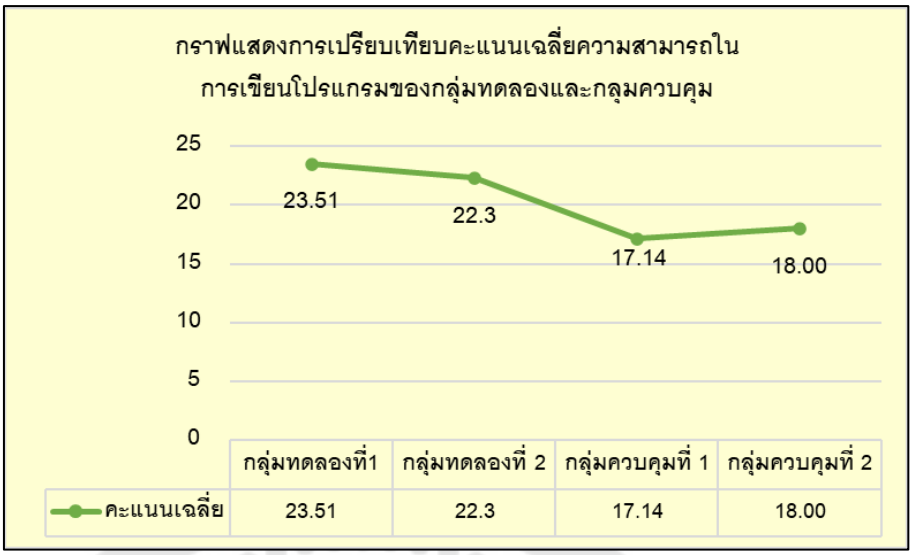
2) ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายคู่ ด้วยวิธีการของ Bonferroni ของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (p=0.22) แต่สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p=0.01 และ 0.01 ตามลำดับ) ขณะที่นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มควบคุมที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p=0.98) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชันทั้ง 2 กลุ่มมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติทั้ง 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รายละเอียดแสดงดังตาราง 28

ตาราง 28 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรม

กลุ่ม	กลุ่มทดลองที่ 1 E_1 (23.51)	กลุ่มทดลองที่ 2 E_2 (22.23)	กลุ่มควบคุมที่1 C_1 (17.14)	กลุ่มควบคุมที่ 2 C_2 (18.00)
กลุ่มทดลองที่ 1 E_1 (23.51)	-	1.29	6.37*	5.51*
กลุ่มทดลองที่ 2 E_2 (22.23)		-	5.09*	4.23*
กลุ่มควบคุมที่ 1 C_1 (17.14)			-	-0.86
กลุ่มควบคุมที่ 2 C_2 (18.00)				-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้ง 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.87 และ 17.57 ตามลำดับ มีค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 2.078 (Cohen's d=2.078) แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชันสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติในระดับสูงมาก



ภาพประกอบ 13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลจากการสังเคราะห์การสะท้อนผลเพิ่มเติมจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านตามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่า นักเรียนมีระยะเวลาในการจัดกิจกรรมในห้องเรียนมากขึ้น นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาไม่จำกัดเฉพาะในห้องเรียน นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ดังนี้

“เรียนผ่าน Padlet ทำให้หนูเรียนซ้ำได้ หากไม่เข้าใจตรงไหนค่ะครู”

นักเรียนหญิง ห้อง 1/14

“มีเวลาเขียนโปรแกรมกับเพื่อนเยอะมากๆ ค่ะ ทำให้หนูเขียนเก่งขึ้น”

นักเรียนหญิง ห้อง 1/11

“วันไหนขาดเรียน ผมก็สามารถเรียนได้ทันเพื่อนครับ”

นักเรียนชาย ห้อง 1/11

“ดูวีดีโอมาก่อนเรียนทำให้หนูเข้าใจง่ายขึ้นค่ะ”

นักเรียนหญิง ห้อง 1/14

“เว็บที่ครูใช้สอน ใช้งานง่าย และสะดวกมาค่ะ หนูชอบ”

นักเรียนหญิง ห้อง 1/14

ผลจากการสังเคราะห์การสะท้อนผลเพิ่มเติมจากการจัดการเรียนรู้โดยนำเกมิฟิเคชันมาใช้ตามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่า นักเรียนชอบการนำเกมิฟิเคชันมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนสนุกสนาน มีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น ดังนี้

“หนูชอบเวลาครูแจกแต้มใส่สมุดมากค่ะ”

นักเรียนหญิง ห้อง 1/11

“ชอบที่ครูมีเกมให้เล่น แข่งกันเป็นกลุ่มครับ ลุ้นทุกคาบ สนุกมากครับ”

นักเรียนชาย ห้อง 1/14

การเรียงลำดับคะแนนเป็นกลุ่มแล้วให้สัญลักษณ์ผ่านด่านผมชอบมากครับ ตื่นเต้นดี”

นักเรียนชาย ห้อง 1/14

“สนุกมากค่ะ ได้ทำงานเป็นกลุ่ม แข่งกัน”

นักเรียนหญิง ห้อง 1/11

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้จัดการทดลองแบบแผนการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอน มีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียน ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ-สวนกุหลาบวิทยาลัย สมุทรปราการ ที่เรียนรายวิชาเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 140 คน ได้มาโดยกระบวนการสุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) สุ่มห้องเรียนจากประชากรมาจำนวน 4 ห้องเรียน (Random Selection) ทำการสุ่มห้องเรียนที่ได้มาเข้ากลุ่ม (Random Assignment) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 2 ห้องเรียน และสุ่มการจัดกระทำแก่ห้องเรียน (Random Treatment) แบ่งเป็น 4 กลุ่มดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน เรื่องการแก้ปัญหา และการเขียนโปรแกรม Scratch มีผลการประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย (M) ตั้งแต่ 4.88 – 4.98 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ตั้งแต่ 0.04-0.27

2) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ เรื่องการแก้ปัญหา และการเขียนโปรแกรม Scratch มีผลการประเมินความเหมาะสมและสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 4.60 - 4.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.34-0.55

3) แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เป็นแบบปรนัยเชิงสถานการณ์ จำนวน 4 สถานการณ์ 16 ข้อย่อย พบว่าค่าความยากง่าย (P) มีค่าตั้งแต่ 0.41-0.72 ค่าอำนาจจำแนก (D) มีค่าตั้งแต่ 0.27-0.77 และมีค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค เท่ากับ 0.89 และมีค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนน จากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน Rater Agreement Index (RAI) มีค่าตั้งแต่ 0.82-0.90

4) แบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม เป็นแบบทดสอบปฏิบัติ และข้อคำถามเชิงสถานการณ์ จำนวน 3 สถานการณ์ 6 ข้อย่อย พบว่ามีค่าความยากง่าย (P) มีค่าตั้งแต่ 0.26-0.65 ค่าอำนาจจำแนก (D) มีค่าตั้งแต่ 0.21-0.81 และมีค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค เท่ากับ 0.93 และมีค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนน จากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน Rater Agreement Index (RAI) มีค่าตั้งแต่ 0.74 - 0.84

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้ ผู้วิจัยทำการวัดผลก่อนเรียนของทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 1 หลังจากที่นักเรียนทำการทดสอบเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงนำแบบวัดต่าง ๆ มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนำผลที่ได้เก็บรวบรวมไว้ จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยนำวิธีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน จำนวน 14 คาบ คาบละ 50 นาที ไปจัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2 และนำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติไปจัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2 เมื่อทำการจัดการเรียนรู้กับทั้ง 4 กลุ่ม ครบ 14 คาบเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงทำการวัดผลทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมกับนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม และทำการตรวจสอบความถูกต้อง และให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นนำผลการวัดมาวิเคราะห์ผลตามสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ ค่าความเที่ยงตรง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ค่าความเชื่อมั่น และความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน 2) สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ ความโด่ง ของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ ความสามารถในการเขียนโปรแกรมจากการวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน 2) สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน คือการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และ การวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของ

นักเรียน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามแบบสองทาง (Two-way MANOVA) และการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกาเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พร้อมกับเปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc Test)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรม รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้จัดการทดลองแบบแผนการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอน มีผลการวิจัยดังนี้

1. การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า อิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดผลก่อนเรียน ส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Pillai's Trace มีค่า p=.001)

2. การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน พบว่า ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้ง 4 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F=51.300, df=3, p=0.001 และF=52.019, df=3, p=0.000 ตามลำดับ) มีรายละเอียดดังนี้ คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p=1.00) แต่สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p=0.01 และ 0.01 ตามลำดับ) ขณะที่นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p=0.01 และ 0.01 ตามลำดับ) แต่กลุ่มควบคุมที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 อย่างไม่มี

นัยสำคัญที่ระดับ .05 (p=0.22) แต่สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p=0.01 และ 0.01 ตามลำดับ) ขณะที่นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มควบคุมที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้ง 4 กลุ่มมีทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถแตกต่างกัน และพบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p=.01) โดยมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณเท่ากับ 38.96 และ 32.43 ตามลำดับ มีค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 2.09 อยู่ในระดับสูงมาก (Cohen's d=2.09) คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (p=.01) โดยมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนโปรแกรมเท่ากับ 22.87 และ 17.57 ตามลำดับ มีค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 2.08 อยู่ในระดับสูงมาก (Cohen's d=2.08)

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้จัดการทดลองแบบแผนการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอน มีรายละเอียดในการอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

1. การศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ

จากการศึกษาอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียน มีผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย และเมื่อวิเคราะห์อิทธิพลปฏิสัมพันธ์แต่ละตัวแปรตามพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียนส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดผลก่อนเรียนไม่ได้มีอิทธิพลปฏิสัมพันธ์ร่วมกันส่งผลต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณ เนื่องมาจากแบบแผนการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอนนั้นมีความแกร่งค่อนข้างมาก สามารถควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนต่างๆ ได้ เป็นอย่างดี และเป็นแบบแผนการทดลองที่มีการพิสูจน์หลายรูปแบบจึงทำให้ผลการทดลองที่ได้มาจากตัวจัดกระทำอย่างแท้จริง และ

น่าเชื่อถือมากกว่ารูปแบบอื่น ๆ ทำให้ทราบอิทธิพลของการวัดผลก่อนเรียน วิธีการจัดการเรียนรู้ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้กับการวัดผลก่อนเรียน ทำให้มั่นใจได้ว่าสามารถสรุปอ้างอิงไปยังประชากรที่ไม่ได้รับการวัดผลก่อนเรียนได้ (ชูศรี วงศ์รัตนะ และองอาจ นัยพัฒน์, 2551) จึงทำให้สามารถสรุปได้ว่านักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณที่สูงขึ้นมีอิทธิพลมาจากวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ไม่ได้มาจากอิทธิพลร่วมกันระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียน สอดคล้องกับ พิทยรัฐ ควรหา (2552, น. 108) ที่ทำการศึกษาผลการใช้เทคนิคการจับคู่ร่วมคิดในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้นเกิดจากรูปแบบที่ใช้ในการทดลองอย่างแท้จริง ไม่ได้มีอิทธิพลมาจากการทดสอบก่อนเรียน สอดคล้องกับเฟื่องลัดดา จิตจักร (2558, น. 76-77) ที่ได้ทำการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือการจัดการเรียนรู้ และการทดสอบก่อนเรียนไม่ได้ร่วมกันส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนให้สูงขึ้น จะเห็นได้ว่าการมีการวัดผลก่อนเรียน หรือไม่มีการวัดผลก่อนเรียนไม่มีผลต่อการทำให้ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนสูงขึ้น แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากผู้วิจัยมีการนำผลการวิจัยไปใช้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน การวัดผลก่อนเรียนจึงไม่มีผลต่อการนำไปศึกษา

แต่ในขณะเดียวกันเมื่อพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียนส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จึงทำการทดสอบอิทธิพลหลักอย่างง่าย ของวิธีการจัดการเรียนรู้ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่มีการวัดผลก่อนเรียน และไม่มีการวัดผลก่อนเรียนมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่มีการวัดผลก่อนเรียน และไม่มีการวัดผลก่อนเรียนมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองที่มีการวัดผลก่อนเรียน และไม่มีการวัดผลก่อนเรียนมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกัน เนื่องมาจากนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 มีการวัดผลก่อนเรียนมาเป็นตัวกระตุ้นทำให้นักเรียนสนใจในการเรียนมากขึ้น ทำให้นักเรียนคาดเดาได้ว่าเมื่อครูมีการทดสอบก่อนเรียนแล้ว ก็น่าจะมีการทดสอบหลังเรียนอีกครั้ง ทำให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น เพื่อให้ตนเองมีผลคะแนนที่ดีขึ้นในครั้งถัดไป สอดคล้องกับ อำนาจ วังจีน (2553 น. 51-55) พบว่า ผลของการทดสอบย่อยและการให้ข้อมูลป้อนกลับทำให้นักศึกษามีวินัยในการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังทำให้นักศึกษามีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับปานกลางเป็นระดับมาก และยังสอดคล้องกับ จิตรลดา วิวัฒน์เจริญวงศ์ (2555) พบว่า

อิทธิพลของการทดสอบย่อยส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 เนื่องจากการมีทดสอบย่อยก่อนเรียน (Pretest) ส่งผลทำให้นักศึกษามีความกระตือรือร้น และตั้งใจเรียน เมื่อนักเรียนได้รับการวัดผลก่อนเรียน ทำให้สามารถประเมินตนเองได้ ทราบว่าตัวเองมีความสามารถอยู่ในระดับใด ควรปรับปรุงพัฒนาส่วนใดถึงมีผลการเรียนที่ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฟาริดา แวกะจิ (2564, น. 102) ที่ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ว่าส่วนหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นคือปัจจัยด้านการรับรู้ความสามารถของตนเอง เมื่อนักเรียนสามารถประเมินความสามารถได้ว่าตนเองมีความสามารถและมั่นใจในตนเองและรู้ว่าจะทำอย่างไรถึงจะให้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ และจากการสังเกตขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีพฤติกรรมการเรียนค่อนข้างกระตือรือร้นในการเรียน ชอบกิจกรรมที่มีความท้าทาย ขี้สงสัย หัวไว ชอบพบเจออะไรใหม่ ๆ ชอบกิจกรรมที่ต้องมีการลงมือปฏิบัติโดยเฉพาะกับคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์เทคโนโลยีต่างๆ ค่อนข้างใส่ใจในการเรียน และที่สำคัญครูที่ปรึกษาคอยติดตาม ตรวจสอบนักเรียนอยู่เสมอ นักเรียนในห้องจะให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์ และมนตรี แย้มกสิกร (2556, น. 274-275) ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรม กล่าวว่า นักเรียนที่มีลักษณะขี้สงสัย มีความคล่องแคล่ว ว่องไว ชอบแสวงหาสิ่งใหม่ ๆ ช่างซักถาม มีความคิดเห็นเป็นของตัวเอง มีบุคลิกที่มีมนุษย์สัมพันธ์ที่ดี รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น นักเรียนที่มีลักษณะและพฤติกรรมเหล่านี้จะทำให้นักเรียนมีความสามารถและประสบความสำเร็จในการเขียนโปรแกรมได้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของนันทพร จิตรจำลอง (2564, น. 107) ที่กล่าวว่า นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ดีต่อการเรียน ซึ่งเป็นความรู้สึกต่อตนเองในด้านสติปัญญา นิสัยในการเรียน ความรู้สึกที่ดีต่อการเรียน จะส่งผลทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 ที่มีการวัดผลก่อนเรียน และนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ไม่มีการวัดผลก่อนเรียน มีความสามารถในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกัน

2. คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

การศึกษาผลของทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชันสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นผลเนื่องมาจากวิธีการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยที่กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน นั้น เริ่มต้นด้วย

กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 6 ขั้นตอน โดยมีการนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่มีทั้งเรียนหรือศึกษาเนื้อหานอกห้องเรียน และมาทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในห้องเรียน (โดยที่ 3 ขั้นตอนแรกเรียนนอกห้องเรียน 3 ขั้นตอนหลังเรียนในห้องเรียน) และนำเกมิฟิเคชันมาเป็นตัวสร้างแรงจูงใจแก่นักเรียน ทั้งนี้ในกลุ่มควบคุมทั้ง 2 กลุ่มใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนพร้อมประยุกต์ควบคู่กับคู่มือครูรายวิชาเทคโนโลยี โดยมีรายละเอียดการอภิปรายผลดังนี้

1) ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา โดยที่จากการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง: ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่นักเรียนทำกิจกรรมออนไลน์ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหา มอบหมายภาระงาน พร้อมทั้งสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น เว็บไซต์ วีดีโอ เอกสารประกอบการเรียนในบทเรียนนั้น ๆ แก่นักเรียน ในห้องเรียนออนไลน์ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ผู้เรียนแต่ละคนจะต้องวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ที่ตนเองได้รับลงในใบกิจกรรมของตนเอง ซึ่งในช่วงแรกพบว่านักเรียนยังไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ นักเรียนยังขาดทักษะการเชื่อมโยงปัญหา นักเรียนไม่คิดตามสิ่งที่ครูกำหนดให้ในห้องเรียนออนไลน์ และมีนักเรียนบางคนไม่ส่งกิจกรรม เนื่องจากผู้เรียนขาดแรงจูงใจแรงกระตุ้น ปัญหาบางประเด็นไกลตัวนักเรียนเกินไปทำให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาได้ค่อนข้างช้า ครูจึงปรับเปลี่ยนประเด็นปัญหาให้มีความใกล้ตัวนักเรียนมากขึ้น และผ่านการได้รับการกระตุ้นจากครู และมีเพื่อนสมาชิกในกลุ่มช่วยกันกระตุ้น ทำให้เมื่อเวลาผ่านไปสักระยะ พบว่า เมื่อครูมีการนำปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน ปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียนมาเป็นตัวกระตุ้นช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น เป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ กระตุ้นความคิด ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ เกิดคำถาม เกิดข้อสงสัย ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้จะเห็นได้ว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการคิดวิเคราะห์ ทำความเข้าใจกับปัญหา เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบจากสถานการณ์การที่ครูกำหนดให้ (โชคติกา สงคราม, 2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่มีการเชื่อมโยงหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริง จะทำให้เกิดความน่าสนใจ เกิดความสงสัย อยากรู้อยากเรียน อยากหาแนวทางเพื่อแก้ปัญหา โดยที่ขั้นตอนนี้จะช่วยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดแยกแยะองค์ประกอบ ของปัญหา ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนคิดแยกส่วนประกอบของปัญหาได้

2) ขั้นกำหนดแนวทางและความเป็นไปได้ ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะดำเนินการควบคู่ไปกับขั้นตอนที่ 1 เมื่อนักเรียนวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหาแล้วทำให้นักเรียนได้แนวทางว่าจะแก้ปัญหาไปในทิศทางใด จะมีวิธีการ หรือรูปแบบการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง สอดคล้องกับคำกล่าวของ วิชุดา วงศ์เจริญ

(2561) ที่กล่าวว่า การใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นช่วยให้นักเรียนใฝ่หาหนทางในการแก้ปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 จะช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณด้านการแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย คือนักเรียนสามารถวิเคราะห์ ทำความเข้าใจกับปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็นปัญหาเล็ก ๆ ได้ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น และในด้านความสามารถในการเขียนโปรแกรมขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้วิเคราะห์ทำความเข้าใจกับโจทย์ หรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ได้ โดยที่สืบเนื่องจากครูใช้สถานการณ์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียน เป็นจุดเริ่มในการกระตุ้นนักเรียนทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการที่จะหาแนวทางในการแก้ปัญหา และคิดว่าจะต้องแก้ปัญหานั้นอย่างไร ซึ่งสอดคล้อง ณัฐธิดา กัลยาประสิทธิ์ (2564, น. 102) กล่าวว่าการกำหนดสถานการณ์การปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถแก้ปัญหาได้ ทำให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาย่อยจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหา ช่วยให้นักเรียนสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับ นลิน คำแน่น (2562, น. 108) รูปแบบการเรียนฯ ที่ออกแบบกิจกรรมขั้นตอนที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา และขั้นตอนที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหาช่วยส่งเสริมความสามารถด้านการแยกย่อยปัญหาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ โชคติกา สงคราม (2562, น. 110) กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อยเกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาเนื้อหา และค้นคว้าและบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นที่ครูกำหนดให้นอกห้องเรียน จากวีดีโอ เอกสารประกอบการสอน เว็บไซต์ แหล่งที่ครูกำหนดให้หรือนอกเหนือ เมื่อเสร็จนักเรียนจะต้องจัดส่งผลงานขึ้นระบบออนไลน์ เป็นรายบุคคลรับแต้มรายบุคคล และหากกลุ่มใดส่งครบก็จะได้รับตราสัญลักษณ์ที่กลุ่มจะได้ผ่านด่านถัดไป และหากนักเรียนไม่เข้าใจส่วนใดสามารถสอบถามครูผ่านห้องเรียนออนไลน์ได้ตลอดเวลา นักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหาซ้ำได้จนกว่าจะเข้าใจ ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้จะพบปัญหาที่ว่านักเรียนบางคนจะไม่ดูวีดีโอด้วยตนเอง ไม่ศึกษาเนื้อด้วยตนเอง ลอกของเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม ดังนั้นครูจึงต้องคอยกระตุ้นนักเรียน และตรวจสอบสุ่มถามเนื้อหากับผู้เรียนอยู่สม่ำเสมอ (ขั้นนี้นักเรียนอาจทำไปพร้อมกับขั้นที่ 2 และขั้นตอนที่ 1 แล้วแต่นักเรียนบริหารจัดการ) จะเห็นได้ว่าขั้นนี้จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มองเห็นวิธีการแก้ปัญหา เห็นแนวทางรูปแบบในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้พินิจ พิเคราะห์จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ และสิ่งที่นักเรียนวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 และ 2 ถูกต้องเป็นไปตามเนื้อหาหรือไม่ และมีความเหมือนหรือความต่างจากสิ่งที่สืบค้นมาหรือไม่ อย่างไร ทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะ ได้ว่าสิ่งไหนสำคัญ และเพียงพอต่อการแก้ปัญหา สิ่งใดไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา สามารถออกแบบแนวทางหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า จะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณในด้านการคิดหารูปแบบการคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบขั้นตอนวิธี ซึ่งจะช่วยให้ผู้สามารถวิเคราะห์พิจารณาความเหมือนหรือความคล้ายคลึงกันของรูปแบบปัญหาได้ สามารถแยกรายละเอียดที่สำคัญของปัญหาออกจากสิ่งที่ไม่สำคัญของปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องณัฐธิดา กัลยาประสิทธิ์ (2564, น. 101) ที่กล่าวว่า การที่ผู้วิจัยให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาแก้ปัญหาทำให้นักเรียนสามารถแยกรายละเอียดของปัญหาที่สำคัญออกจากส่วนที่ไม่มีความสำคัญซึ่งได้จากการพิจารณารูปแบบของปัญหา ส่วนด้านความสามารถในการเขียนโปรแกรมนั้นสามารถทำให้นักเรียนได้แนวทางและเลือกรูปแบบในการเขียนโปรแกรมได้ว่าจะใช้โครงสร้างใดในการเขียนโปรแกรม ซึ่งสอดคล้องกับนลิน คำแน่น (2562, น. 109) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการค้นคว้าข้อมูล เป็นขั้นที่พัฒนานักเรียนด้านการคิดหารูปแบบด้วยการวิเคราะห์รูปแบบในการเขียนโปรแกรม โดยนักเรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าข้อมูลผ่านแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ช่วยให้นักเรียนสามารถพิจารณาหารูปแบบวิธีการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ และสอดคล้องกับ วิเชษฐ์ แสงดวงดี (2557) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยกระตุ้นนักเรียนค้นหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง

4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ : ขั้นตอนนี้นักเรียนนำข้อค้นพบหรือแนวทางที่ได้จากการค้นคว้ามาสรุปอภิปรายร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสังเคราะห์สิ่งที่ได้ศึกษามาว่าถูกต้อง เหมาะสมหรือไม่เพียงใด เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนนำสิ่งที่ตนเองออกแบบหรือนำกิจกรรมเดี่ยวที่ตนเองทำมาร่วมกันพูดคุย แสดงความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่ม สังเคราะห์กับเพื่อนในกลุ่มเพื่อสร้างเป็นงานกลุ่ม 1 ชิ้น จากการสังเคราะห์แนวทางการแก้ปัญหาของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม นักเรียนในกลุ่มจะต้องร่วมกันออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาเขียนรหัสลำลองและผังงานจากสถานการณ์ปัญหาที่กลุ่มตนเองได้รับมา กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา และการให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งขั้นนี้ข้อค้นพบว่าเมื่อนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้ศึกษามาก่อนล่วงหน้าจะทำให้การดำเนินกิจกรรมในห้องเรียนได้ค่อนข้างไว และหากมีสมาชิกในกลุ่มคนใดไม่เข้าใจก็สามารถถามเพื่อนในกลุ่ม หรือครูเพิ่มเติมได้ ทำให้นักเรียนมีเวลาในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์งานได้ค่อนข้างมาก มีเวลาในการเขียนโปรแกรมมากขึ้น แต่ในขั้นนี้ในเนื้อหาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมนักเรียนจะยังไม่สามารถเขียนได้เลยในทีเดียว ครูต้องมีการสาธิตตัวอย่าง หรือแสดงขั้นตอน วิธีในการเขียนโปรแกรมให้นักเรียนดูเบื้องต้นก่อน จากนั้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามโจทย์ของตนเองตามที่ได้รับมอบหมาย โดยกระบวนการจัดกิจกรรมในขั้นตอนนี้จะทำให้นักเรียนได้ความรู้ใหม่ที่ผ่านการสังเคราะห์ร่วมกัน ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ แยกแยะ คัดเลือกส่วนที่สำคัญและจำเป็นต่อการนำมาแก้ปัญหาได้ ทำให้นักเรียนได้แนวทางและขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้านทั้ง 4 ด้าน คือ การแบ่งปัญหา

ใหญ่เป็นปัญหาย่อย การคิดหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบขั้นตอนวิธี และในด้านความสามารถในการเขียนโปรแกรม ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถเลือกโครงสร้างในการเขียนผังงาน และรหัสลำลองได้ ช่วยให้นักเรียนได้รูปแบบและแนวทางในการเขียนโปรแกรม สอดคล้องกับ โชคติกา สงคราม (2562, น. 111) กล่าวว่านักเรียนมีการพัฒนาทักษะในด้านการพิจารณาสาระสำคัญหรือการคิดเชิงนามธรรมนั้นจะเกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนสังเคราะห์ความรู้ และสอดคล้องกับ ศุภมาส แสนโคก (2565, น. 131) กล่าวว่าขั้นตอนสังเคราะห์ความรู้ขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิดหารูปแบบ และการออกแบบขั้นตอนวิธี

5) ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มตกผลึงผลงานหรือแนวทางในการแก้ปัญหาของกลุ่ม สรุปผลงาน/ประเมินค่าคำตอบของกลุ่มตนเอง และสรุปการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โดยที่แต่ละคนในกลุ่มมีการนำคำตอบที่ได้ มาตรวจสอบเปรียบเทียบกันจนได้คำตอบที่ดีที่สุด ทำให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องที่สุดให้นักเรียนสามารถเลือกสรุปผลคำตอบสุดท้ายของกลุ่มได้ ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ด้าน และด้านความสามารถในการเขียนโปรแกรมนั้น ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้เขียนโปรแกรมและตรวจสอบผลการรันโปรแกรม จนทำให้นักเรียนได้ผลการรันโปรแกรมถูกต้องตาม สอดคล้องกับอภิชัย เหล่าพิเดช (2556) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะช่วยให้นักเรียนค้นพบปัญหาด้วยตนเอง ประเมินวิธีการแก้ปัญหา เพื่อเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด สอดคล้องกับ ชัยภัทร ลูกบัว (2563, น. 108) กล่าวว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของขั้นการตรวจสอบการแก้ปัญหา จะทำให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถทางการคิดเชิงคำนวณครบทั้ง 4 ด้าน และสอดคล้องกับศุภมาส แสนโคก (2565, น. 132) กล่าวว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นสรุป และประเมินค่าคำตอบ จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามาถในการออกแบบขั้นตอนวิธี

6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา หรือคำตอบที่ได้จากการทำงานกลุ่มร่วมกัน มานำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อให้ครู และเพื่อนในกลุ่มอื่น ๆ ฟัง จากนั้นเพื่อน ๆ ต่างกลุ่มร่วมกันประเมินคำตอบ และร่วมกันแสดงความคิดเห็นทั้งจุดเด่นจุดด้อย และจุดที่ควรพัฒนาร่วมกัน ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถนำงานไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีและถูกต้องกว่าเดิม ขั้นนี้จะเป็นการสะท้อนผลแก่นักเรียนเพื่อให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาในหลากหลายรูปแบบ ชัยภัทร ลูกบัว (2563, น. 108) กล่าวว่า การนำเสนอการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสะท้อนผลกลับของนักเรียนด้วยกัน เป็นสิ่งที่จะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสร่วมกันอภิปราย เสนอแนวทาง เพื่อนำไปปรับปรุงข้อผิดพลาดในการทำงานครั้งต่อไป ช่วยให้นักเรียนได้รับรู้ข้อมูล ข้อผิดพลาด รวมถึงจุดเด่นของตนเองได้ จากการจัดการเรียนรู้เกิดข้อค้นพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองจะมีเวลาในการนำเสนอ พูดคุย

แสดงความคิดเห็น ได้มากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม นักเรียนกลุ่มควบคุมมีเวลาค่อนข้างน้อยทำให้ในการนำเสนอนั้นบางคาบเรียน ครูต้องสุ่มบางกลุ่มเท่านั้นเพื่อนำเสนอ ไม่สามารถนำเสนอได้ทุกกลุ่ม กลุ่มทดลองจะสามารถนำเสนอได้ในจำนวนกลุ่มที่มากกว่า และทำให้นักเรียนเห็นข้อค้นพบได้หลากหลายมากขึ้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้ง 6 ขั้นตอนสามารถช่วยใน การส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรมได้สูงขึ้นทั้งนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชัยภัทร ลูกบัว (2563) ทำการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรม Robotics ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนโดยรวม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ณัฐธิดา กัลยาประสิทธิ์ (2564) ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ พบว่าหลังจากการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณสูงขึ้นอย่างเป็นลำดับโดยที่มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของโชคติกา สงคราม (2562) ทำการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ด้วยการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ทำให้ระดับความก้าวหน้าของทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และมีผลการวิจัยอยู่ในระดับยอดเยี่ยม สอดคล้องกับ เพียงขวัญ แก้วเรือง (2564) ทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งมีขั้นตอนบางขั้นตอนเช่น การขั้นระบุปัญหา ขั้นแลกเปลี่ยนและวางแผน ขั้นสร้างและทดสอบ และขั้นนำเสนอและรับฟังข้อเสนอแนะจะแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนมีความคล้ายคลึงกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีผลการวิจัย พบว่าานักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อมีการควบคุมตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการจัดการเรียนรู้นี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักวิธีการวางแผนการแก้ปัญหา

และสิ่งที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม ผู้วิจัยมีการนำห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชันมาเป็นส่วนเสริมในการร่วมจัดกิจกรรมการเรียนรู้แก่กลุ่มทดลอง โดยการนำ 3 ขั้นตอนแรกของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปจัดกิจกรรมนอกห้องเรียนโดยการให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ระบุทำความเข้าใจกับปัญหาที่ตนได้รับที่บ้าน และอีก 3 ขั้นตอนหลังกลับมาทำกิจกรรมร่วมกันกับครู และ

เพื่อนในห้องเรียน ซึ่งจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน ทั้งนอกห้องเรียน และในห้องเรียนทำให้นักเรียนมีระยะเวลาในการร่วมกันอภิปราย ร่วมกันแสดงความคิดเห็น ร่วมกันทำความเข้าใจกับเนื้อหาได้มากขึ้น มีเวลาในการศึกษาเนื้อหาหรือฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมได้เต็มที่ นักเรียนไม่เข้าใจครูสามารถเข้าไปอธิบายนักเรียนได้เป็นรายบุคคลและทั่วถึง มีการทำกิจกรรมเพื่อนช่วยเพื่อนมากขึ้น นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น เพราะมีการจัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม ทำให้สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือ ซึ่งกันและกัน เพื่อผ่านด่านภารกิจต่าง ๆ ไปด้วยกัน ห้องเรียนกลับด้านช่วยลดปัญหา เรื่องข้อจำกัดของเวลาเรียนไม่เพียงพอได้เป็นอย่างดี ลดปัญหาการจัดกิจกรรมหรือการสอนไม่ทันของครูได้ ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน (2560, น. 177) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ที่เรียนที่บ้าน ทำการบ้านที่โรงเรียน ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เต็มศักยภาพของตนเอง Jonathan Bergmann and Aaron Sams (2012) กล่าวว่า การจัดการรู้แบบห้องเรียนกลับด้านทำให้สัดส่วนที่ใช้เวลาเรียนในชั้นเรียนเปลี่ยนแปลงไป นักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมที่ช่วยเพิ่มพูนความรู้ให้กว้างขวาง และลึกซึ้ง การจัดการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้านช่วยให้นักเรียนมีการฝึกความรับผิดชอบต่อตนเอง ฝึกการเรียนรู้แบบนำตนเอง และทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมาก เหมาะสมต่อการเรียนรายวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีที่นักเรียนต้องใช้เวลาในคาบเรียนเพื่อฝึกปฏิบัติ พบว่าสอดคล้องกับผลการวิจัยของนักวิจัยหลายท่านที่ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน บทเรียนออนไลน์ หรือการพัฒนาแอป หรือบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง มาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม เช่น ผลการวิจัยของกรวรรณ สืบสม และนพรัตน์ หมีพลัด (2560) ทำการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ด้วยการบูรณาการรายวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียผ่าน Google classroom พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างเรียนหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านในระดับมาก ผลการวิจัยของอนุสรณ์ ปิติวงษ์ สมเกียรติ ตันติวงศ์วาณิช และ และกฤษณา คิดดี (2563) ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม พบว่า นักเรียนที่ได้รับจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง มีทักษะการเขียนโปรแกรมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยของเรือนขวัญ พลฤทธิ์ (2563) ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อศึกษาร่วมกับการจัดการเรียนรูโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมรายวิชาวิทยาการคำนวณ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าว มีความสามารถในการเขียนโปรแกรมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยของยุภารัตน์ พืชสิงห์

(2564) ที่ทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยเท่ากับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มทั้งหมด และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับ ศุภมาส แสนโคก (2565) ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ พบว่าผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เท่ากับ 78.20/81.73 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 และมีคะแนนความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ คิดเป็นร้อยละ 87.13 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นักเรียนมีผลคะแนนผ่านเกณฑ์ในระดับยอดเยี่ยมทุกคน

การจัดการเรียนรู้โดยนำเกมิฟิเคชันมาร่วมด้วย หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าเมื่อครูจัดกิจกรรมที่อยู่ในรูปแบบของเกม แข่งขันกันเป็นทีม และมีภารกิจแต่ละคาบให้นักเรียนผ่านด่านถึงจะสามารถมานำผลการทำกิจกรรมมาแลกเหรียญ เป็นทั้งแบบเดี่ยว และแบบกลุ่มทำให้นักเรียนความกระตือรือร้นในการเรียน มีความสนุกสนาน นักเรียนเกิดความท้าทาย อยากเรียนรู้ นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม มีการร่วมมือกันทำงานเป็นทีม สอดคล้องกับ Kapp & Karl M (2012) กล่าวว่าเกมิฟิเคชัน เป็นเทคนิคกระบวนการของเกม ที่ช่วยสร้างสิ่งเร้า สร้างแรงจูงใจในการเรียน ให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ช่วยให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาจากสิ่งที่เกิดขึ้นได้ สอดคล้องกับ พรศิริ เจริญสืบสกุล (2558) กล่าวว่าเป็นการเรียนรู้ที่แฝงอยู่ในการเล่น ช่วยสร้างแรงบัลดาลใจแก่นักเรียน การศึกษาไม่มีที่สิ้นสุด เกิดการเรียนรู้ตลอดเวลา สอดคล้องกับเบญจภัค จงหมื่นไวย์ กริช กองศรีมา แสงเพ็ชร พระฉาย สายสุนีย์ จับโจร และอรัญ ซุยกระเดื่อง (2561) กล่าวว่า เกมิฟิเคชันช่วยกระตุ้นความสนใจแก่ผู้เรียนให้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และมีผลการวิจัยที่นำห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชันมาช่วยในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม ดังนี้ คือ ผลการวิจัยของนครินทร์ สุกใส (2560) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์ของนักเรียน พบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียน กลับด้าน และเกมิฟิเคชันมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์ของนักเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของนลิน คำแน่น (2562) ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเกมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ และแรงจูงใจในใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จะเห็นได้ว่าจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน มีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบปกติ จึงทำให้นักเรียนกลุ่มทดลอง มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ก่อนการนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชันไปใช้ ครูจะต้องศึกษาความมุ่งหมายหลักของแผนการจัดการเรียนรู้พัฒนาขึ้นมานั้นเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีจุดประสงค์ เพื่อช่วยในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมของนักเรียน

2. ก่อนการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ครูควรวิเคราะห์สภาพบริบท ความแตกต่างระหว่างบุคคล พฤติกรรมการเรียน นิสัยการเรียนของนักเรียน ผลการเรียนเดิม ความพร้อมทางด้านสื่อ เทคโนโลยีต่าง ๆ ของนักเรียนก่อน (ศึกษานักเรียนไปสักระยะก่อนการจัดกิจกรรม) เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการจัดการเรียนรู้

3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูและเพื่อนนักเรียนในห้องเป็นส่วนสำคัญ จะต้องคอยกระตุ้นการร่วมทำกิจกรรมของนักเรียน ต้องคอยชี้แนะแนวทาง ต้องอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในด้านต่าง ๆ ให้เป็นอย่างดี ต้องมีการอธิบายทุกกระบวนการที่ทำกิจกรรมให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตามได้ เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จึงมีความยากในการเข้าใจขั้นตอนบางขั้นตอนในการทำกิจกรรม โดยเฉพาะในช่วงของการทำกิจกรรมนอกห้องเรียนบางครั้งนักเรียนไม่ทำกิจกรรม เนื่องจากนักเรียนไม่รู้ว่าครูสั่งให้ทำอะไร ไม่อยากทำ ครูจึงต้องคอยสร้างแรงจูงใจ ตรวจสอบ เน้นย้ำ และประเมินความเข้าใจทั้งเนื้อหา ที่นักเรียนได้รับ และความเข้าใจในการทำกิจกรรมของนักเรียนทั้งรายบุคคล และรายกลุ่มตลอดเวลา

4. หากครูต้องการนำการจัดกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้านไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ครูควรนำเกมิฟิเคชันเข้าไปร่วมด้วยเพราะเป็นส่วนที่ช่วยในการสร้างแรงจูงใจ ความท้าทาย ความอยากในการเรียนแก่นักเรียนได้เป็นอย่างมาก จากการจัดกิจกรรมพบว่าทำให้นักเรียนมีความตื่นเต้น

ดีใจ สนุกสนานในการเรียนมากขึ้น โดยเฉพาะการสะสมแต้มจะเป็นตัวกระตุ้นนักเรียนทั้งรายบุคคล รายกลุ่มได้เป็นอย่างดี

5. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูเตรียมสื่อที่ใช้ในการทำกิจกรรมทั้งนอก และในห้องเรียนครูควรจัดทำสื่อที่หลากหลาย สามารถตอบสนองความต้องการแก่นักเรียนที่แตกต่างกันได้ ครูต้องอธิบายการใช้สื่ออย่างเข้าใจแก่นักเรียนโดยละเอียด

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยเชิงทดลองที่ใช้รูปแบบการวิจัยสี่กลุ่มของโซโลมอน ผู้วิจัยจะต้องมีจำนวนนักเรียนที่มากเพียงพอต่อการนำมาสุ่ม 4 กลุ่ม ควรเป็นโรงเรียนที่มีขนาดใหญ่ในระดับชั้นที่มีนักเรียนหลายห้องเรียน และที่สำคัญเนื่องจากแบบแผนวิจัยสี่กลุ่มของโซโลมอนมีความเคร่งครัดในเรื่องความเท่าเทียมของกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างควรเป็นห้องที่นักเรียนคละความสามารถ ที่มีทั้ง นักเรียน เก่ง ปานกลาง อ่อนเท่าเทียมกัน ถ้าเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 พึ่งเข้าเรียนอาจจะใช้คะแนนสอบเข้ามัธยมศึกษาปีที่ 1 ของนักเรียน และหากใช้ในชั้นอื่น ๆ อาจจะดูจากผลการเรียนรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนในเทอมที่ผ่านมา

2. จากผลการวิจัยปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียนที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรม พบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลก่อนเรียนส่งผลต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรม จึงทำให้ในการศึกษาครั้งต่อไปควรนำการวัดผลก่อนเรียนมาเป็นตัวแปรควบคุมในการวิจัย เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

3. ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่ใช้แบบแผนการทดลองสี่กลุ่มของโซโลมอน การวิจัยต่อไปอาจจะมีการศึกษาความคงทนของผลการจัดการเรียนรู้หลังการทดลองในระยะยาว หรืออาจจะมีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพร่วมด้วย เพื่อให้ผลการวิจัยมีความครอบคลุมมากขึ้น

บรรณานุกรม

Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *Computer Journal,* 55(7), 833–835.

Allen, D., & Duch, B. (1998). *Thinking toward solutions: problem-based learning activities for general biology. Student's manual*: Saunders College Publishers.

Brian, B. (2014). Gamify: How Gamification motivates people to do extraordinary things. Bibliomotion. *Inc., Apr*.

CSTA& ISTE. (2011). Operational definition of computational thinking for K-12 education. Retrieved from http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf

Dehghanzadeh, S., & Jafaraghaee, F. (2018). Comparing the effects of traditional lecture and flipped classroom on nursing students' critical thinking disposition: A quasi-experimental study. *Nurse Education Today,* 71, 151-156.

Francisco Buitrago Flórez, R. C., Marcela Hernández, Alejandro Reyes, Silvia Restrepo, & Giovanna Danies. (2017). Changing a Generation's Way of Thinking:

Teaching Computational Thinking Through Programming. *Review of Educational Research,* 87(4), 834-860.

Hatice Yildiz Durak. (2020). The Efects of Using Diferent Tools in Programming Teaching of Secondary School Students on Engagement, Computational Thinking and Refective Thinking Skills for Problem Solving. *Technology, Knowledge and Learning,* 25, 179–195.

Jonathan Bergmann and Aaron Sams. (2012). Flipped Your Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day. *Technology Coordinators*.

Kapp & Karl M (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*: John Wiley & Sons.

Kapp KM és Mesh R & Blair L. (2014). The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into Practice. In: Wiley, San Francisco.

Kardipah, S. W., Basuki. (2020). A Flipped-Blended Learning Model with Augmented

Problem Based Learning to Enhance Students' Computer Skills. *TechTrends,* 64(3), 507-513.

Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. . (2000). Foundations of behavioral research. 4 th ed. Singapore. *Thomson Learning*.

Leedy, P. D., & Ormrod, J. E. (2013). Practical research: planning and design. 10th. In: New Jersey: Pearson Education Limited.

Shuttleworth, M. (2009). Solomon Four Group Design. Available from: http://www.experiment-resources.com/solomon

Weinan Zhao & Valerie J. Shute. (2019). Can Playing avideo game foster computational thinking skills? *journal homepage,* 141, 8-12.

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM,* 49(3), 33–35.

Wing , J. M. (2011). Research Notebook: Computational thinking -what and why? Retrieved from https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why

Woods, D. R. (1994). *Problem-based learning: How to gain the most from PBL*: Waterdown, Ont.: DR Woods.

Zichermann, G. (2015). ABOUT: Gabe Zicherman. Retrieved October 20, 2021.

กมลพรรณ พันสนิท พวงทอง เพชรโทน และชาติชาย ม่วงปฐม. (2560). ผลการสอนทางตรงเสริมด้วยชุดฝึกทักษะที่มีต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรมภาษาซีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารมหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด, 8(1), 119-129.

กรวรรณ สืบสม และนพรัตน์ หมีพลัด. (2560, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom) ด้วยสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทยการบูรณาการการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียผ่าน Google Classroom. สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย, 6(2).

กฤธยากาญจน์ โตพิทักษ์. (2560). การวิจัยและพัฒนาศักยภาพครูด้านการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริงโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต, 13(1), 1-24.

กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย. (2560). เกมิฟิเคชั่น (Gamification) โลกแห่งการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเกม. สืบค้นจาก http://touchpoint.in.th/gamification/

กิตติชัย สุธาโนบล. (2558). ห้องเรียนกลับด้าน. สารานุกรมศึกษาศาสตร์, 115-128.

ขวัญจิรา อินทร์เอี่ยม. (2553). การพัฒนาการรักความเป็นไทยของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6: การทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เขมวดี พงศานนท์. (2562). Coding คืออะไร. สืบค้นจาก https://thepotential.org/knowledge/coding-in-school-scoop/

จารึก ชูกิตติกุล. (2546). การสอนซอฟต์แวร์การเขียนโปรแกรม. วารสารราชภัฏเพชรบุรี, 12(1), 27-38.

จิตรลดา วิวัฒน์เจริญวงศ์ (2555). ผลของการใช้เทคนิคการทดสอบย่อยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในรายวิชา ACT314 การบัญชีบริหาร สาขาวิชาการบัญชี คณะบัญชี มหาวิทยาลัยศรีปทุม. สืบค้นจาก http://www.dspace.spu.ac.th/handle/123456789/5056

จินตวีร์ คล้ายสังข์. (2555). อิเลิร์นนิ่งคอร์สแวร์: แนวคิดสู่การปฏิบัติสำหรับการเรียนการสอนอีเลิร์นนิงในทุกระดับ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิราภรณ์ ตั้งสกุล. (2563). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิ เคชั่นเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะ การแก้ปัญหาแบบร่วมมือสำหรับนักศึกษาพยาบาล. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

จุฑามาศ มีสุข. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของนักเรียน โดยใช้เทคนิคเกมิฟิเคชัน สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุกูลนารี. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

เจนจิรา เกียรติสินทรัพย์ สาริณี โต๊ะทอง และทานตะวัน แย้มบุญเรือง. (2563). ผลการใช้การปรึกษาเชิงจิตวิทยาแนวซาเทียร์แบบกลุ่ม และแบบรายบุคคลต่อความสามารถจัดการความเครียดของนักศึกษาพยาบาล. วารสารวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ, 14 (1), 65-74.

ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2561). การออกแบบการเรียนแนวดิจิทัล. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล. (2561). เกมมิฟิเคชั่นเรียนเล่นให้เป็นเกม. สืบค้นจาก https://www.scimath.org/article-technology/item/8669-2018-09-11-08-06-48

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล. (2563). แนวคิดเชิงคำนวณ. สืบค้นจาก https://www.scimath.org/lesson-

technology/item/10560-2019-08-28-02-43-20

ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน. (2560, เมษายน-มิถุนายน). ห้องเรียนกลับด้าน : ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. สังคมศาสตร์ปริทรรศน์, 2(พิเศษ), 171-181.

ชนัตถ์ พูนเดช และธนิตา เลิศพรกุลรัตน์ (2559, กรกฎาคม-กันยายน). แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดเกมมิฟิเคชัน. มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(3), 331-339.

ชนัตถ์ พูนเดช และธนิตา เลิศพรกุลรัตน์. (2559, กรกฎาคม-กันยายน). แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดเกมมิฟิเคชัน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(3), 331-338.

ชนินทร เฉลิมสุข และอภิชาติ คำปลิว. (2562). เทคโนโลยี (วิทยการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

ชนิสรา เมธภัทรหิรัญ. (2560). ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) กับการสอนคณิตศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 46(209), 20-22.

ชวัวรรณ แปงการิยา และวนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2564, มกราคม-มีนาคม). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 23(1), 116-129.

ชัยภัทร ลูกบัว. (2563). รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม *Robotics* ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม). (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ชัยภัทร ลูกบัว, ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ, และ และฤทธิชัย อ่อนมิ่ง. (2564, กรกฎาคม – ธันวาคม). รูปแบบการจดัการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับ นักเรียนระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร(ฝ่ายประถม). วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา, 15(2), 75-88.

ชาญวิทย์ ศรีอุดม. (2561). แนวคิดเชิงคำนวณ. สืบค้นจาก http://charnwit.in.th/?p=1302#.XGFVrzMzbIU

ชูศรี วงศ์รัตนะ และองอาจ นัยพัฒน์. (2551). แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองและสถิติวิเคราะห์ แนวคิดพื้นฐานและวิธีการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โชคติกา สงคราม. (2562). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ซาวาตี บือราเฮง เดือนเพ็ญ กชกรจารุพงศ์ นพเก้า ณ พัทลุง และธัญญวดี เสพมงคลเลิศ. (2561). การเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มเน้นวิทยาศาสตรและไม่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก. การประชุมวิชาการระดับชาติการเรียนรู้เชิงรุก ครั้งที่ 6.

ฐานิตา ลิ่มวงศ์ และยุพาภรณ์ แสงฤทธิ์. (2562, กรกฎาคม-ธันวาคม). ห้องเรียนกลับด้าน: การเรียนรู้แนวใหม่สำหรับศตวรรษที่21" (21st Century Skills). *Mahidol R2R e-Journal,* 6(2), 10-17.

ณัฏฐ์ โอธนาทรัพย์ ชนินทร เฉลิมสุข และอภิชาต คำปลิว. (2560). เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

ณัฐธิดา กัลยาประสิทธิ์. (2564). การพัฒนาการคิดเชิงคำนวณโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องโมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ดุษฎี อินทรประเสริฐ. (2563). แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ = *Design and analysis of experiments* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สถาบันพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ทวิช มณีพนา. (2563). การพัฒนาชุดการทดลองวิทยาศาสตร์เรื่อง เสียง เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตรศึกษา). (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ทิศนา แขมมณี. (2561). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี และคณะ. (2548). ศาสาตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นครินทร์ สุกใส. (2560). ผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเกมมิฟิเคชันที่มีต่อความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นครินทร์ สุกใส และวิชัย เสวกงาม. (2561). ผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน

ร่วมกับเกมมิฟิเคชันที่มีความสามรถในการประยุกต์ความรู้ทางคอมพิวเตอร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 17(3), 176-183.

นพดล ผู้มีจรรยา และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2555, กันยายน-ธันวาคม). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบ u-Learning. วารสารวทยบริการ, 23(3).

นราลักษณ์ ผ่องปัญญา. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานผ่าน กระบวนการกลุ่มเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นลิน คำแน่น. (2562). การพัฒนารูปแบบการเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเกมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นันทพร จิตรจำลอง (2564). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 7. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, บุรีรัมย์.

บัญญพนต์ พลูสวัสดิ์ และพนมพร ดอกประโดน. (2559, กรกฎาคม-ธันวาคม). เกมบนโปรแกรมเชิงจินตภาพและแนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ. *JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY* 6(2), 9-16.

เบญจภัค จงหมื่นไวย์ กริช กองศรีมา แสงเพ็ชร พระฉาย สายสุนีย์ จับโจร และอรัญ ซุยกระเดื่อง. (2561, กรกฎาคม – ธันวาคม). เกมมิฟิเคชันเพื่อการเรียนรู้. โครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ. 4(2), 34-41.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิค พริ้นติ้ง.

ปราโมทย์ วงศ์สวัสดิ์. (2561). แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง : การประยุกต์ใช้ในงานวิจัยเพื่อพัฒนาพฤติกรรมสุขภาพ = *Experimental research design : application for research to improve health behaviors*. พิษณุโลก: โรงพิมพ์เจริญดีมั่นคงการพิมพ์.

ปิ่นทอง วิหารธรรม และพงศ์ธนัช แซ่จู. (2560, เมษายน-มิถุนายน). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับห้องเรียนกลับทางเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ในการออกแบบสิ่งของเครื่องใช้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์. ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 11(2),

164-174.

ปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์ และณมน จีรังสุวรรณ. (2558). การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กิจกรรม WebQuest เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา. วิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 6(1), 151-158.

พรรณิสรา จั่นแย้ม. (2558). การพัฒนาชุดกิจกรรมด้วยกลยุทธ์เกมมิฟิเคชั่นและผังความคิดกราฟิกแบบร่วมมือออนไลน์ในการเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เชิงธุรกิจและจริยธรรมของนักศึกษาปริญญาตรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พรศิริ เจริญสืบสกุล. (2558). *Gamification* เทรนด์ใหม่ในการทำงานที่มากกว่าความสนุกใน: หนังสือวิชาการ ประจำปี 2558 สถาบันพัฒนาข้าราชการพลเรือน. กรุงเทพฯ: แอร์บอร์นพรินต์.

พันทิพา อมรฤทธิ์ และศยามน อินสะอาด. (2563 มกราคม – มิถุนายน). เกมมิฟิเคชันกับการออกแบบการเรียนการสอนทางไกล. เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, 15(18), 34-43.

พาริณี เหล่ามาลา. (2558). การพัฒนาบทเรียนบนเว็บโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีเครือข่ายสังคมสนับสนุนการเรียนรู้ เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

พิชญ์ อำนวยพร, เสกสรรค์ แย้มพินิจ, โสพล มีเจริญ และสุธิวัชร ศุภลักษณ์ ,. (2562, กรกฎาคม – ธันวาคม). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ประเภทเกม โดยใช้กลยุทธ์เกมมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิชาการศึกษาศาสตร์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 20(2), 69-78.

พิชญะ โชคพล. (2558). การส่งเสริมพฤติกรรมกำรเรียนรู้แบบร่วมมือโดยกำรจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนผดุนารี. (วิทยานิพนธ์ปริญญานิพนธ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

พิชญานิน ศิริหล้า. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวฉันทศึกษา เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ (*Computational thinking)* และการทำงานเป็นทีม ในวิชาฉันทศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่าย

ประถม). (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

พิเชฐ ศรีสังข์งาม และชัยยศ เดชสุระ. (2564, พฤษภาคม-สิงหาคม). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกตอนต้น. วารสารวิจัยราชภัฏกรุงเก่า, 8(2), 108-114.

พิทยรัฐ ควรหา. (2552). การวิเคราะห์พหุตัวแปรในการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน เพื่อศึกษาผลของการใช้เทคนิคการจับคู่ร่วมคิดในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะทางสังคมของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เพ็ญศิริ อิ่มอุดม. (2551). ผลของการประเมินตนเองด้านพฤติกรรมจริยธรรมที่มีต่อการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนระดับประถมศึกษา : การทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เพียงขวัญ แก้วเรือง. (2564). การศึกษาการคิดเชิงคำนวณและผลสมั ฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม: การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2557, มกราคม-มิถุนายน). หลักการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร Mutivariate Analysis of Variance: MANOVA. วารสาริชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม, 1(1), 8-13.

ไพศาล วรคำ. (2556). การวิจัยทางการศึกษา. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

ฟาริดา แวกะจิ (2564). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: การวิเคราะห์ตัวแปรส่งผ่าน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.

เฟื่องลัดดา จิตจักร. (2558). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ภัทราวรรณ สุรรณวาปี และ อิศรา ก้านจักร. (2563, มกราคม-มิถุนายน). การพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชั่นเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน ในรายวิชาวิทยาการ

คำนวณ เรื่องการแก้ปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองวัวซอพิทยาคม. วารสารบัณฑิตวิจัย, 11(1), 16-25.

ภาสกร เรืองรอง, รุจโรจน์ แก้วอุไร, ศศิธร นาม่วงอ่อน, อพัชชา ช้างขวัญยืน, และ ศุภสิทธิ์ เต็งคิว. (2561, กันยายน - ธันวาคม). Computational Thinking กับการศึกษาไทย. วารสารปัญญาภิวัฒน์, 10(3), 322-328.

ภาสกร ใหลสกุล. (2557). Gamification เปลี่ยนโลกให้เป็นเกม. สืบค้นจาก https://bit.ly/3NQd8nU

มนัสชัย กีรติผจญ. (2563). เทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. นนทบุรี: สำนักพิมพ์เอมพันธ์.

มะยุรีย์ พิทยาเสนีย์ ทิพรัตน์ สิทธิวงศ์ และกิตติพงษ์ พุ่มพวง. (2563, กรกฎาคม-ธันวาคม). รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เกมมิฟิเคชั่นเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักศึกษาครู. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 9(2), 172-183.

ยืน ภู่วรวรรณ. (2558). นวัตกรรมรูปแบบการเรียนการสอนกับการศึกษา 4.0 :ในโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตรการพัฒนานวัตกรรมการสอนมิติใหม่ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา, 154-155.

ยุภารัตน์ พืชสิงห์. (2564). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

เรือนขวัญ พลฤทธิ์. (2563). การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษา *Python* ที่มีต่อความสามารถในการเขียนโปรแกรมและผลงานการเขียนโปรแกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

ลัทธพล ด่านสกุล และวันวิสา ด่านสกุล. (2563). เทคโนโลยี (วิทยการคำนวณ). กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว).

วชิราพร ภักค์คุณพันธ์. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

วรรณี แกมเกตุ. (2551). วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรวิสุทธิ์ ภิญโญยาง. (2556). *Marketing idea:* ไอเดียการพลิกโลก. กรุงเทพฯ: กรุงเทพธุรกิจ.

วรัทยา มณีรัตน์. (2560). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

วรุตม์ อินทฤทธ์. (2562, กันยายน-ธันวาคม). ผลของการเรียนการสอนสังคมศึกษาบนฐานทฤษฎีพุทธิพิสัยของบลูมฉบับปรับปรุงที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย: การทดลองแบบสี่กลุ่มโซโลมอน. วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 30(3), 182-192.

วิจารณ์ พานิช. (2556). ครูเพื่อศิษย์ สร้างห้องเรียนกลับทาง (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เอสอาร์พริ้นแมสโปรดักส์.

วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล (2562). *Coaching Coding*. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิชุดา วงศ์เจริญ. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, กรุงเทพฯ.

วิเชษฐ์ แสงดวงดี (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานด้วยแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการคิดอย่างมีวิจารญาณเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการตัดสินใจทางจริยธรรมในวิชาชีพวารสารศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วิรุฬ สิทธิเขตรกรณ์ และสุรีย์พร สว่างเมฆ. (2564). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากรในสถานการณ์โรคระบาด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 23(3), 287-299.

วีรพงษ์ จันทรเสนาและ มานิต อาษานอก. (2563, มีนาคม-เมษายน). ผลการเรียนผสมผสานโดยใช้โปรแกรมเชิงจินตภาพที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวน และความสามารถการเขียนโปรแกรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารการบริหารนิติบุคคลและนวัตกรรมท้องถิ่น, 6, 1-13.

ศรายุทธ ดวงจันทร์. (2561). ผลการใช้แนวสะเต็มศึกษาในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัญฑิต).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริรัตน์ หวังสะแล่ะฮ์. (2563). แนวทางการจัดการเรียนการสอนสาระวิทยาการคำนวณ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยาพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศุภกร ถิรมงคลจิต. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดเกมิฟิเคชัน เพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศุภมาส แสนโคก. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตร สาระเทคโนโลยี (วิทยการคำนวณ) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. สืบค้นจาก http://oho.ipst.ac.th/cs-curriculum-teacher-guide/

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). เทคโนโลยี (วิทยการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมรักษ์ นันตา เมธี มธุรส และ กิติยาภรณ์ ป้อมคำ. (2564). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่องการใช้โปรแกรม *Scratch* วิชา การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนครไตรตรึงษ์ (รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 1). สืบค้นจาก https://research.kpru.ac.th/research2/pages/filere/21452021-03-04.pdf

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 3 การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: ชุมนุมการเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้. (2550). การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุชัญญา เยื้องกลาง. (2560). การพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้เกมิฟิเคชั่นเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สู่ชีวิตจริงระดับประถมศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,

มหาสารคาม.

สุทธิกร กรมทอง. (2559). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเทคนิคเกมิฟิเคชัน สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวาปีปทุม. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

สุพัตรา อุตมัง. (2558, มกราคม – มิถุนายน). แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน : ภาพฝันที่เป็นจริงในวิชาภาษาไทย. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 16(1), 51-58.

สุรชัย มีชาญ. (2547, พฤศภาคม-สิงหาคม). ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน. วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 10(2), 114-126.

สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2556). ห้องเรียนกลับทาง : ห้องเรียนมิติใหม่ในศตวรรษที่ 21. สืบค้นจาก http://www.mbuisc.ac.th/phd/academic/flipped%20classroom2.pdf.

องอาจ นัยพัฒน์. (2551). วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สามลดา.

อชินี พลสวัสดิ์ และธิติพร ชาญศิริวัฒน์. (2560, มกราคม – เมษายน). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในการสอนทักษะภาคปฏิบัติรายวิชาเทคโนโลยีพีแอลซี. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 12(1), 61-71.

อนุชา โสมาบุตร. (2556). การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. สืบค้นจาก https://teacherweekly.wordpress.com/2013/09/25/problem-based-learning

อนุสรณ์ ปิติวงษ์ สมเกียรติ ตันติวงศ์วาณิช และ และกฤษณา คิดดี. (2563, พฤษภาคม – สิงหาคม). การพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิง เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบมีทางเลือก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 19(2), 20-28.

อภิชัย เหล่าพิเดช (2556). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ปัญหาทางสังคมไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.

อัจฉราวรรณ กัลาณสิทธิ์. (2561). วิทยการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพฯ: แม็คเอ็ดดูเคชั่น.

อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์ และมนตรี แย้มกสิกร. (2556, กรกฎาคม- ธันวาคม). การพัฒนาระบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(2), 267-282.

อาทร นกแก้ว, และ สุภารัตน์ เชื้อโชติ. (2563, กันยายน– ธันวาคม). ความรู้เนื้อหาผสานวิธีสอนการคิดเชิงนามธรรมสำหรับการคิดเชิงคำนวณ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 31(3), 1-14.

อานุภาพ เลขะกุล. (2548). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (*Problem-Based Learning).* มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ, สมุทรปราการ.

อำนาจ วังจีน. (2553). ผลของการทดสอบย่อยและการให้ข้อมูลป้อนกลับที่มีต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ความมีวินัยในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาความน่าจะเป็นและสถิติ. สำนักวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีปทุม, กรุงเทพฯ.

อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล. (2562). การวิจัยทางการศึกษา แนวคิดและการประยุกต์ใช้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือในการวิจัย

ตาราง 29 รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มัฮดี แวดราแม	อาจารย์ประจำภาควิชาการวิจัยและประเมิน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตา ตุลย์เมธาการ	อาจารย์ประจำภาควิชาการวัด ประเมิน และ วิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล ธนเชวงสกุล	รองผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยี สารสนเทศ /อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
นายวิวัฒน์ ทัศวา	ตำแหน่งศึกษานิเทศก์ชำนาญการ กลุ่มนิเทศ ติดตาม และประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 2
นางสาวนายูดา ดาเลาะ	ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสตูลวิทยา
นางสมพิศ วงศ์ประเทศ	ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนราชประชาวสมาสัย ฝ่ายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์
นายปฏิญญา กลิ่นหอม	ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ

ภาคผนวก ข

ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 30 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

สถานการณ์ที่/ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สถานการณ์ที่ 1								
ข้อที่ 1.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 1.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 1.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 1.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 2								
ข้อที่ 2.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 2.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 3								
ข้อที่ 3.1	+1	+1	-1	0	+1	2	0.4	ปรับปรุง
ข้อที่ 3.2	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
ข้อที่ 3.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 3.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 4								
ข้อที่ 4.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 4.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 4.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 4.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 30 (ต่อ)

สถานการณ์ที่/ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สถานการณ์ที่ 5								
ข้อที่ 5.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 5.2	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
ข้อที่ 5.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 5.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 6								
ข้อที่ 5.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 5.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 5.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 5.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 7								
ข้อที่ 7.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 7.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 73	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 7.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

จากตารางที่ 30 พบว่า จากการประเมินของผู้เชียวชาญ 5 ท่าน มีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด จำนวน 7 สถานการณ์ และ 28 ข้อย่อย มีค่าดัชนีความสองคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด พบว่ามีค่า ตั้งแต่ 0.80-1.00

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

สถานการณ์ที่/ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ผลการวิเคราะห์	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก	ผลการวิเคราะห์	ผลการพิจารณา	หมายเหตุ
สถานการณ์ที่ 1						
ข้อที่ 1.1	0.98	ง่ายมาก	0.05	จำแนกไม่ได้	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
ข้อที่ 1.2	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.11	จำแนกไม่ได้	ตัดทิ้ง	
ข้อที่ 1.3	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.67	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
ข้อที่ 1.4	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.46	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	
สถานการณ์ที่ 2						
ข้อที่ 2.1	0.86	ง่ายมาก	0.31	จำแนกได้พอใช้	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
ข้อที่ 2.2	0.45	ปานกลาง	0.70	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
ข้อที่ 2.3	0.57	ปานกลาง	0.03	จำแนกไม่ได้	ตัดทิ้ง	
ข้อที่ 2.4	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.70	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
สถานการณ์ที่ 3						
ข้อที่ 3.1	0.89	ง่ายมาก	0.03	จำแนกไม่ได้	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
ข้อที่ 3.2	0.37	ค่อนข้างยาก	0.66	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
ข้อที่ 3.3	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.44	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	
ข้อที่ 3.4	0.81	ง่ายมาก	0.42	จำแนกได้ดี	ตัดทิ้ง	
สถานการณ์ที่ 4						
ข้อที่ 4.1	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.69	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นสถานการณ์ที่ 1
ข้อที่ 4.2	0.55	ปานกลาง	0.65	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
ข้อที่ 4.3	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.57	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	
ข้อที่ 4.4	0.56	ปานกลาง	0.46	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	

ตาราง 31 (ต่อ)

สถานการณ์ที่/ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ผลการวิเคราะห์	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก	ผลการวิเคราะห์	ผลการพิจารณา	หมายเหตุ
สถานการณ์ที่ 1						
ข้อที่ 5.1	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.51	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นสถานการณ์ที่ 2
ข้อที่ 5.2	0.41	ปานกลาง	0.27	จำแนกได้พอใช้	ใช้ได้	
ข้อที่ 5.3	0.42	ปานกลาง	0.70	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
ข้อที่ 5.4	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.59	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	
สถานการณ์ที่ 2						
ข้อที่ 6.1	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.59	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นสถานการณ์ที่ 3
ข้อที่ 6.2	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.34	จำแนกได้พอใช้	ใช้ได้	
ข้อที่ 6.3	0.50	ปานกลาง	0.50	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	
ข้อที่ 6.4	0.58	ปานกลาง	0.44	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	
สถานการณ์ที่ 7						
ข้อที่ 7.1	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.61	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	นำไปใช้เป็นสถานการณ์ที่ 4
ข้อที่ 7.2	0.37	ค่อนข้างยาก	0.66	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
ข้อที่ 7.3	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.44	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	
ข้อที่ 7.4	0.81	ง่ายมาก	0.42	จำแนกได้ดี	ตัดทิ้ง	

จากตาราง 31 พบว่า เมื่อนำข้อคำถามที่ได้จากการไปทดลองใช้ จาก 7 สถานการณ์ ไม่ผ่านเกณฑ์ 3 สถานการณ์ผู้วิจัยจึงตัดทิ้ง และนำ 4 สถานการณ์ที่เหลือไปใช้ พบว่า และนำมาวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) มีค่าตั้งแต่ 0.41 - 7.42 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.27-0.77 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ เท่ากับ 0.89

ตาราง 32 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน Rater Agreement Index (RAI) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

นักเรียนคนที่	ผู้ประเมินคนที่ 1 (R_{1nk}) สถานการณ์ที่ 1				ผู้ประเมินคนที่ 2 (R_{2nk}) สถานการณ์ที่ 1				(R_{1nk})- (R_{2nk})			
	1.1	1.2	1.3	4.4	1.1	1.2	1.3	1.4	1.1	1.2	1.3	1.4
1	3	1	1	2	2	1	1	2	1	0	0	0
2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	0	0	0
3	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	0	0
4	2	2	3	2	1	2	3	2	1	0	0	0
5	2	2	1	2	2	2	0	2	0	0	1	0
6	2	2	1	2	2	1	1	2	0	1	0	0
7	3	2	3	2	3	3	3	2	0	1	0	0
8	3	2	2	1	3	2	1	1	0	0	1	0
9	3	3	3	3	3	3	2	2	0	0	1	1
10	2	2	2	1	2	1	1	1	0	1	1	0
11	2	2	3	3	2	3	3	3	0	1	0	0
12	3	2	2	2	3	2	3	2	0	0	1	0
13	3	2	3	2	2	2	3	3	1	0	0	1
14	2	2	2	3	1	2	1	2	1	0	1	1
15	3	2	3	2	2	2	3	3	1	0	0	1
16	3	2	2	2	3	2	3	2	0	0	1	0
17	3	2	3	2	3	2	3	2	0	0	0	0
18	1	1	1	2	1	2	2	3	0	1	1	1
19	0	1	1	2	0	1	1	2	0	0	1	0
20	2	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0

จากตาราง 32นำผลการให้คะแนนมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน 2 คน ในสถานการณ์ที่ 1 มี 4 ข้อย่อย ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีค่าเท่ากับ 0.82

ตาราง 32 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผู้ประเมินคนที่ 1(R_{1nk}) สถานการณ์ที่ 2				ผู้ประเมินคนที่ 2 (R_{2nk}) สถานการณ์ที่ 2				(R_{1nk})- (R_{2nk})			
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.1	2.2	2.3	2.4	2.1	2.2	2.3	2.4
1	3	2	1	1	2	2	1	1	1	0	0	0
2	1	2	1	2	1	2	1	2	0	0	0	0
3	1	3	2	2	1	3	3	2	0	0	1	0
4	3	0	2	3	3	1	2	2	0	0	0	1
5	3	1	3	3	3	1	3	3	0	1	0	0
6	3	1	3	3	3	1	3	3	0	0	0	0
7	3	1	1	3	3	1	1	3	0	0	0	0
8	3	0	1	3	3	0	1	3	0	0	0	0
9	2	2	1	2	2	2	1	2	0	0	0	0
10	3	3	1	2	3	3	2	2	0	0	1	0
11	3	2	3	3	3	2	3	1	0	0	0	2
12	3	2	3	3	3	2	2	3	0	0	1	0
13	2	1	3	3	2	1	3	3	0	0	0	0
14	3	2	2	3	3	2	1	3	0	0	1	0
15	3	1	2	2	3	2	2	2	0	1	0	0
16	3	1	2	2	3	1	2	1	0	0	0	1
17	3	3	2	3	3	2	2	3	0	1	0	0
18	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
19	2	0	0	1	2	1	1	1	0	1	1	0
20	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0

จากตาราง 32 (ต่อ) นำผลการให้คะแนนมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน 2 คน ในสถานการณ์ที่ 2 มี 4 ข้อย่อย ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีค่าเท่ากับ 0.90

ตาราง 32 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผู้ประเมินคนที่ 1(R_{1nk}) สถานการณ์ที่ 3				ผู้ประเมินคนที่ 2 (R_{2nk}) สถานการณ์ที่ 3				(R_{1nk})- (R_{2nk})			
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.1	3.2	3.3	3.4	3.1	3.2	3.3	3.4
1	2	3	2	2	2	2	2	2	0	1	0	0
2	2	2	3	2	1	2	3	2	1	0	0	0
3	2	2	1	3	2	1	1	3	0	1	0	0
4	2	2	1	2	2	2	1	2	0	0	0	0
5	2	2	2	3	2	1	2	3	0	1	0	0
6	2	2	2	3	3	2	3	3	1	0	1	0
7	2	1	2	1	2	1	2	1	0	0	0	0
8	3	2	1	3	2	2	2	3	1	0	1	0
9	2	1	2	2	2	2	2	2	0	1	0	0
10	2	3	1	0	2	3	1	0	0	0	0	0
11	2	3	2	2	2	2	1	2	0	1	1	0
12	3	2	2	3	3	2	2	3	0	0	0	0
13	3	2	2	2	3	3	3	3	0	1	1	1
14	3	2	3	3	3	2	2	3	0	0	1	0
15	2	3	2	2	2	3	2	2	0	0	0	0
16	3	2	2	3	3	2	1	3	0	0	1	0
17	3	2	3	3	3	2	2	3	0	0	1	0
18	1	0	1	2	1	1	1	2	0	1	0	0
19	2	1	1	1	1	1	1	2	1	0	0	1
20	2	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1

จากตาราง 32 (ต่อ) นำผลการให้คะแนนมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน 2 คน ในสถานการณ์ที่ 3 มี 4 ข้อย่อย ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีค่าเท่ากับ 0.86

ตาราง 32 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผู้ประเมินคนที่ 1(R_{1nk}) สถานการณ์ที่ 4				ผู้ประเมินคนที่ 2 (R_{2nk}) สถานการณ์ที่ 4				(R_{1nk})- (R_{2nk})			
	4.1	4.2	4.3	4.4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.1	4.2	4.3	4.4
1	2	2	1	3	2	1	2	3	0	1	1	0
2	1	1	1	2	1	1	1	2	0	0	0	0
3	3	2	1	3	3	2	1	3	0	0	0	0
4	3	2	3	2	2	2	3	2	1	0	0	0
5	3	3	2	2	3	3	1	2	0	0	1	0
6	3	3	2	2	3	2	2	2	0	1	0	0
7	1	2	2	2	1	2	1	2	0	0	1	0
8	2	2	3	2	2	3	3	2	0	1	0	0
9	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0
10	2	1	2	2	2	2	2	2	0	1	0	0
11	2	2	2	2	3	2	3	3	1	0	1	1
12	2	3	2	2	3	3	2	2	1	0	0	0
13	3	2	2	2	3	2	2	2	0	0	0	0
14	3	3	2	3	3	2	2	2	0	1	0	1
15	3	2	2	2	3	3	2	2	0	1	0	0
16	3	3	3	2	3	3	2	2	0	0	1	0
17	3	2	3	2	3	2	3	2	0	0	0	0
18	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
19	2	1	1	1	2	1	2	2	0	0	1	1
20	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0

จากตาราง 32 (ต่อ) เมื่อนำผลการให้คะแนนมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน 2 คน ในสถานณ์การณ์ที่ 4 มี 4 ข้อย่อย ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีค่าเท่ากับ 0.87

และจะเห็นได้ว่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนของทักษะการคิดเชิงคำนวณมีค่าตั้งแต่ 0.82 - 0.90 แสดงให้เห็นว่าผู้ประเมิน 2 คนสามารถให้คะแนนได้สอดคล้องกันในทุกสถานการณ์

ตาราง 33 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม

สถานการณ์ที่/ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สถานการณ์ที่ 1 การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ								
ข้อที่ 1.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 1.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 2 การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ								
ข้อที่ 2.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 3 การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ								
ข้อที่ 3.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 3.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 4 การเขียนโปรแกรมแบบทางเลือก								
ข้อที่ 4.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 4.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 5 การเขียนโปรแกรมแบบทางเลือก								
ข้อที่ 5.1	+1	+1	+1	0	+1	0.8	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 5.2	+1	+1	+1	0	+1	0.8	1	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 6 การเขียนโปรแกรมแบบทางเลือก								
ข้อที่ 6.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 6.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 7 การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ								
ข้อที่ 7.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 7.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 33 (ต่อ)

สถานการณ์ที่/ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สถานการณ์ที่ 8 การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ								
ข้อที่ 8.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 8.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 9 การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ								
ข้อที่ 9.1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
ข้อที่ 9.2	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง

จากตาราง 33 (ต่อ) พบว่า จากการประเมินของผู้เชียวชาญ 5 ท่าน มีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม จำนวน 9 สถานการณ์ และ 18 ข้อย่อย มีค่าดัชนีความสองคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด พบว่ามีค่า ตั้งแต่ 0.80 -1.00

ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม

สถานการณ์ที่/ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ผลการวิเคราะห์	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก	ผลการวิเคราะห์	ผลการพิจารณา	หมายเหตุ
สถานการณ์ที่ 1 การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ						
ข้อที่ 1.1	0.610	ค่อนข้างง่าย	0.805	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	-
ข้อที่ 1.2	0.650	ค่อนข้างง่าย	0.691	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
สถานการณ์ที่ 2 การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ						
ข้อที่ 2.1	0.545	ปานกลาง	0.691	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	ใช้ข้อนี้
ข้อที่ 2.2	0.620	ค่อนข้างง่าย	0.602	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
สถานการณ์ที่ 3 การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ						
ข้อที่ 3.1	0.565	ปานกลาง	0.736	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	-
ข้อที่ 3.2	0.600	ค่อนข้างง่าย	0.701	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
สถานการณ์ที่ 4 การเขียนโปรแกรมแบบทางเลือก						
ข้อที่ 4.1	0.310	ค่อนข้างยาก	0.464	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	-
ข้อที่ 4.2	0.295	ค่อนข้างยาก	0.417	จำแนกได้ดี	ใช้ได้	
สถานการณ์ที่ 5 การเขียนโปรแกรมแบบทางเลือก						
ข้อที่ 5.1	0.520	ปานกลาง	0.686	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	-
ข้อที่ 5.2	0.545	ปานกลาง	0.606	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
สถานการณ์ที่ 6 การเขียนโปรแกรมแบบทางเลือก						
ข้อที่ 6.1	0.560	ปานกลาง	0.720	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	ใช้ข้อนี้
ข้อที่ 6.2	0.570	ปานกลาง	0.759	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
สถานการณ์ที่ 7 การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ						
ข้อที่ 7.1	0.565	ปานกลาง	0.820	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	-
ข้อที่ 7.2	0.590	ปานกลาง	0.639	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	
สถานการณ์ที่ 8 การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ						
ข้อที่ 8.1	0.575	ปานกลาง	0.807	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	ใช้ข้อนี้
ข้อที่ 8.2	0.585	ปานกลาง	0.781	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้	

ตาราง 34 (ต่อ)

สถานการณ์ที่/ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ผลการวิเคราะห์	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการวิเคราะห์	ผลการพิจารณา	หมายเหตุ
สถานการณ์ที่ 9 การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ						
ข้อที่ 9.1	0.280	ค่อนข้างยาก	-0.116	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
ข้อที่ 9.2	0.260	ค่อนข้างยาก	0.167	ควรปรับปรุง	ใช้ไม่ได้	

จากตาราง 34 (ต่อ) พบว่า เมื่อนำข้อคำถามที่ได้จากการไปทดลองใช้ จาก 9 สถานการณ์ ไม่ผ่านเกณฑ์ 1 สถานการณ์ ผู้วิจัยจึงตัดทิ้ง และนำ 8 สถานการณ์ที่เหลือ (ฉะเพาะที่ใช้ได้) นำมาวิเคราะห์ พบว่ามีค่าความยากง่าย (P) มีค่าตั้งแต่ 0.26 - 0.65 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.21-0.82 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ เท่ากับ 0.93 จากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบมาจำนวน 3 สถานการณ์ คือ สถานการณ์ที่ 2, 6 และ 8 มาใช้ทดสอบกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตาราง 35 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน Rater Agreement Index (RAI) ของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม

การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ								การเขียนโปรแกรมแบบมีทางเลือก					
สถานการณ์ที่ 1								สถานการณ์ที่ 2					
นักเรียนคนที่	ผู้ประเมินคนที่ 1 (R_{1nk})		ผู้ประเมินคนที่ 2 (R_{2nk})		R_{1nk} -R_{2nk}			ผู้ประเมินคนที่ 1 (R_{1nk})		ผู้ประเมินคนที่ 2 (R_{2nk})		R_{1nk} -R_{2nk}	
	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2		2.1	2.2	2.1	2.2	2.1	2.2
1	4	4	4	4	0	0		3	3	5	3	2	0
2	4	3	3	3	1	0		2	3	3	2	1	1
3	4	4	3	3	1	1		2	2	3	0	1	2
4	4	3	3	4	1	1		4	3	3	4	1	1
5	4	4	5	4	1	0		2	2	3	3	1	1
6	3	1	1	1	2	0		2	0	1	1	1	1
7	2	1	1	2	1	1		1	1	2	0	1	1
8	4	4	3	3	1	1		4	3	3	4	1	1
9	3	3	3	3	0	0		3	4	2	2	1	2
10	4	4	4	3	0	1		3	3	3	2	0	1
11	4	4	4	4	0	0		4	4	3	5	1	1
12	3	2	2	2	1	0		2	1	2	0	0	1
13	4	4	3	4	1	0		3	3	2	2	1	1
14	4	3	3	4	1	1		3	4	4	5	1	1
15	5	5	3	4	2	1		4	5	4	4	0	1
16	4	3	3	4	1	1		4	3	5	4	1	1
17	4	4	3	4	1	0		5	4	3	3	2	1
18	4	4	3	4	1	0		4	4	3	5	1	1
19	5	4	4	4	1	0		4	5	5	4	1	1
20	4	4	4	3	0	1		4	4	4	4	0	0

จากตาราง 35 นำผลการให้คะแนนมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินในสถานณ์การณ์ที่ 1 และ 2 ของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม มีค่าเท่ากับ 0.84 และ 0.74

ตาราง 35 (ต่อ)

การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ						
สถานการณ์ที่ 3						
นักเรียนคนที่	ผู้ประมินคนที่ 1 (R_{1nk})		ผู้ประมินคนที่ 2 (R_{2nk})		R1nk -R2nk	
	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2
1	4	3	3	4	1	1
2	3	4	4	3	1	1
3	2	3	4	2	2	1
4	4	3	4	4	0	1
5	4	3	4	4	0	1
6	1	2	2	1	1	1
7	3	0	2	1	1	1
8	4	2	3	3	1	1
9	3	3	3	3	0	0
10	3	3	2	2	1	1
11	3	2	4	3	1	1
12	1	2	1	1	0	1
13	3	3	2	2	1	1
14	3	4	4	3	1	1
15	4	2	3	4	1	2
16	4	4	3	2	1	2
17	5	4	4	3	1	1
18	4	4	3	4	1	0
19	4	3	3	4	1	1
20	3	3	2	2	1	1

จากตาราง 35 (ต่อ) นำผลการให้คะแนนมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินในสถานณ์การณีที่ 3 ของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม มีค่าเท่ากับ 0.77 และจะเห็นได้ว่าดัชนี

ความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนของความสามารถในการเขียนโปรแกรมมีค่าตั้งแต่ 0.74-0.84 แสดงให้เห็นว่าผู้ประเมิน 2 คนสามารถให้คะแนนได้สอดคล้องกันในทุกสถานการณ์

ตาราง 36 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่ 1 เรื่อง การแก้ปัญหา

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5	0.00	5
1.2 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	5
1.3 มีความถูกต้องเหมาะสม	5	5	5	5	5	5	0.00	5
1.4 มีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5	0.00	5
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระสำคัญ						**5**	**0.00**	**5**
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5	0.00	5
2.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5	0.00	5
2.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	5
2.4 สามารถวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5	0.00	5
2.5 ถูกต้องตามหลักการเขียน	5	5	5	5	5	5	0.00	5
2.6 ครอบคลุมด้านความรู้ เจตคติ ทักษะและพฤติกรรม	5	5	5	5	5	5	0.00	5
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						**5**	**0.00**	**5**
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	5
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	5	4	5	5	4.80	0.45	4.80
3.3 ชัดเจน ครอบคลุม ไม่สับสน	5	4	4	5	5	4.66	0.55	4.66
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้						**4.82**	**0.33**	**4.82**

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
4.1 กิจกรรมที่จัดมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5
4.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5
4.2.1 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
4.2.2 ขั้นกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	4.80
4.2.3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	5	5	5	5	4	4.80	0.45	4.80
4.2.4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5
4.2.5 ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ	5	5	4	4	5	4.60	0.55	4.60
4.2.6 ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.3 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.4 กิจกรรมสามารถนำไปใช้ได้จริงและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	4	5	5	5	4.60	0.55	4.60
4.5 กิจกรรมมีความชัดเจน ผู้สอนคนอื่นสามารถนำไปใช้สอนแทนได้	5	4	4	5	4	4.40	0.55	4.40
4.6 สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม	5	4	5	5	5	4.80	0.45	4.80
4.7 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	4.80

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						**4.82**	**0.30**	**4.82**
5. ด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	5.00
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	0.00	5.00
5.3 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านแลเกมิฟิเคชัน	5	5	5	5	5	5	0.00	5.00
5.4 สามารถให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมได้	5	5	5	5	5	5	0.00	5.00
5.5 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	5	5	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						**5**	**0.00**	**5**
6. ด้านการวัดและประเมินผล								
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	5
6.2 วิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	5	5	5	5	5	5	0.00	5
6.3 เครื่องมือการวัดสอดคล้องกับวิธีการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5	0.00	5
6.4 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	0.00	5
6.5 เกณฑ์การประเมินผลมีความเหมาะสม	5	5	5	5	5	5	0.00	5
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	0.00	5
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล						5	0.00	5
ผลรวมเฉลี่ยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1						4.92	0.12	4.92
ผลการพิจารณามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด								

ตารางที่ 36 (ต่อ)

แผนที่ 2 เรื่อง การเขียนรหัสลำลองและผังงาน

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.2 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	3	5	4.60	089	4.89
1.3 มีความถูกต้องเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.4 มีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.80	0.45	4.80
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระสำคัญ						**4.85**	**0.34**	**4.85**
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	5	4	5	4.80	0.45	4.85
2.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5	5	5	3	5	4.60	0.89	4.60
2.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
2.4 สามารถวัดและประเมินผล	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
2.5 ถูกต้องตามหลักการเขียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.6 ครอบคลุมด้านความรู้ เจตคติ ทักษะ และพฤติกรรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						**4.83**	**0.37**	**4.83**
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
3.3 ชัดเจน ครอบคลุม ไม่สับสน	5	5	4	5	5	4.80	0.45	4.80
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้						**4.87**	**0.33**	**4.87**

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
4.1 กิจกรรมที่จัดมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา	5	4	4	5	5	4.60	0.55	4.60
4.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.1 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา	5	5	4	5	5	4.80	0.45	4.80
4.2.2 ขั้นกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	4.80
4.2.3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	4.80
4.2.5 ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.6 ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.3 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน	4	5	4	5	5	4.60	0.55	4.60
4.4 กิจกรรมสามารถนำไปใช้ได้จริงและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.5 กิจกรรมมีความชัดเจน ผู้สอนคนอื่นสามารถนำไปใช้สอนแทนได้	5	4	4	5	5	4.60	0.55	4.60
4.6 สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.7 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						4.86	0.23	4.86
5. ด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.3 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านแลเกมิฟิเคชัน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.4 สามารถให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.5 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						**5.00**	**0.00**	**5.00**
6. ด้านการวัดและประเมินผล								
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
6.2 วิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	5	5	4	5	5	4.80	0.45	4.80
6.3 เครื่องมือการวัดสอดคล้องกับวิธีการวัดและประเมินผล	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
6.4 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
6.5 เกณฑ์การประเมินผลมีความเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล						**4.84**	**0.32**	**4.84**
ผลรวมเฉลี่ยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2						**4.88**	**0.27**	**4.88**
ผลการพิจารณามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด								

ตาราง 36 (ต่อ)

แผนที่ 3 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นของโปรแกรม Scratch

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.2 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.3 มีความถูกต้องเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.4 มีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระสำคัญ						**5.00**	**0.00**	**5.00**
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
2.4 สามารถวัดและประเมินผล	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
2.5 ถูกต้องตามหลักการเขียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.6 ครอบคลุมด้านความรู้ เจตคติ ทักษะ และพฤติกรรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						**4.93**	**0.15**	**4.93**
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
3.3 ชัดเจน ครอบคลุม ไม่สับสน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้						**4.93**	**0.15**	**4.93**

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
4.1 กิจกรรมที่จัดมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.1 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.2 ขั้นกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	4.80
4.2.5 ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ	5	5	5	5	4	4.80	0.45	4.80
4.2.6 ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.3 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน	4	5	5	3	5	4.40	0.89	4.40
4.4 กิจกรรมสามารถนำไปใช้ได้จริงและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.89	4.40
4.5 กิจกรรมมีความชัดเจน ผู้สอนคนอื่นสามารถนำไปใช้สอนแทนได้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	4.60
4.6 สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.7 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	4.80

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						4.83	0.26	4.83
5. ด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.3 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านแลเกมิฟิเคชัน	5	5	5	4	5	4.80	0.45	4.80
5.4 สามารถให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.5 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						4.92	0.18	4.92
6. ด้านการวัดและประเมินผล								
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
6.2 วิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.3 เครื่องมือการวัดสอดคล้องกับวิธีการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.4 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.5 เกณฑ์การประเมินผลมีความเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล						4.96	0.09	4.96
ผลรวมเฉลี่ยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3						4.93	0.14	4.93
ผลการพิจารณามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด								

ตาราง 36 (ต่อ)

แผนที่ 4 เรื่อง การสร้างตัวแปรและตัวดำเนินการ

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.2 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.3 มีความถูกต้องเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.4 มีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระสำคัญ						**5.00**	**0.00**	**5.00**
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.4 สามารถวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.5 ถูกต้องตามหลักการเขียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.6 ครอบคลุมด้านความรู้ เจตคติ ทักษะ และพฤติกรรม	5	5	4	5	5	4.80	0.45	4.80
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						**4.97**	**0.07**	**4.97**
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
3.3 ชัดเจน ครอบคลุม ไม่สับสน	5	5	5	5	4	4.80	0.45	4.80
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้						**4.93**	**0.15**	**4.93**

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
4.1 กิจกรรมที่จัดมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	5	5	4.80	0.58	4.80
4.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.1 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.2 ขั้นกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.5 ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.6 ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.3 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน	4	5	5	5	5	4.80	0.58	4.80
4.4 กิจกรรมสามารถนำไปใช้ได้จริงและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.5 กิจกรรมมีความชัดเจน ผู้สอนคนอื่นสามารถนำไปใช้สอนแทนได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.6 สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.7 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						4.97	0.09	4.97
5. ด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.3 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านแลเกมิฟิเคชัน	5	5	5	4	5	4.80	0.45	4.80
5.4 สามารถให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.5 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						4.96	0.09	4.96
6. ด้านการวัดและประเมินผล								
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	4.80
6.2 วิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.3 เครื่องมือการวัดสอดคล้องกับวิธีการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.4 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.5 เกณฑ์การประเมินผลมีความเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล						4.96	0.09	4.96
ผลรวมเฉลี่ยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4						4.97	0.08	4.97
ผลการพิจารณามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด								

ตาราง 36 (ต่อ)

แผนที่ 5 เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.2 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.3 มีความถูกต้องเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.4 มีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระสำคัญ						**5.00**	**0.00**	**5.00**
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.4 สามารถวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.5 ถูกต้องตามหลักการเขียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.6 ครอบคลุมด้านความรู้ เจตคติ ทักษะ และพฤติกรรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						**5.00**	**0.00**	**5.00**
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
3.3 ชัดเจน ครอบคลุม ไม่สับสน	5	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้						**4.93**	**0.45**	**4.93**

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
4.1 กิจกรรมที่จัดมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.1 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.2 ขั้นกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.5 ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ	5	5	4	5	5	4.80	0.45	4.80
4.2.6 ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.3 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน	4	5	5	5	5	4.80	0.58	4.80
4.4 กิจกรรมสามารถนำไปใช้ได้จริงและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.5 กิจกรรมมีความชัดเจน ผู้สอนคนอื่นสามารถนำไปใช้สอนแทนได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.6 สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.7 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						4.97	0.07	4.97
5. ด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
5.3 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านแลเกมิฟิเคชัน	5	5	5	4	5	4.80	0.45	4.80
5.4 สามารถให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.5 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						4.92	0.18	4.92
6. ด้านการวัดและประเมินผล								
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.2 วิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.3 เครื่องมือการวัดสอดคล้องกับวิธีการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.4 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.5 เกณฑ์การประเมินผลมีความเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล						5.00	0.00	5.00
ผลรวมเฉลี่ยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5						4.98	0.04	4.98
ผลการพิจารณามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด								

ตาราง 36 (ต่อ)

แผนที่ 6 เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบมีทางเลือก

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.2 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.3 มีความถูกต้องเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
1.4 มีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระสำคัญ						**5.00**	**0.00**	**5.00**
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.4 สามารถวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.5 ถูกต้องตามหลักการเขียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.6 ครอบคลุมด้านความรู้ เจตคติ ทักษะ และพฤติกรรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						**5.00**	**0.00**	**5.00**
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
3.3 ชัดเจน ครอบคลุม ไม่สับสน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้						**5.00**	**0.00**	**5.00**

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
4.1 กิจกรรมที่จัดมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	5	5	4	5	5	4.80	0.45	4.80
4.2.1 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.2 ขั้นกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.5 ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.6 ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	5	5	4	5	5	4.80	0.58	4.80
4.3 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน	4	5	5	5	5	4.80	0.58	4.80
4.4 กิจกรรมสามารถนำไปใช้ได้จริงและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.5 กิจกรรมมีความชัดเจน ผู้สอนคนอื่นสามารถนำไปใช้สอนแทนได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.6 สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.7 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						4.95	0.10	4.95
5. ด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	4	5	5	4.60	0.55	4.60
5.3 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านแลเกมิฟิเคชัน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.4 สามารถให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.5 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						4.92	0.11	4.92
6. ด้านการวัดและประเมินผล								
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.2 วิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.3 เครื่องมือการวัดสอดคล้องกับวิธีการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.4 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.5 เกณฑ์การประเมินผลมีความเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล						5.00	0.00	5.00
ผลรวมเฉลี่ยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6						4.98	0.04	4.98
ผลการพิจารณามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด								

ตาราง 36 (ต่อ)

แผนที่ 7 เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	4	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
1.2 มีความเหมาะสม สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
1.3 มีความถูกต้องเหมาะสม	5	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
1.4 มีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระสำคัญ						**4.85**	**0.34**	**4.85**
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5	5	4	5	5	4.80	0.45	4.80
2.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.4 สามารถวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.5 ถูกต้องตามหลักการเขียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
2.6 ครอบคลุมด้านความรู้ เจตคติ ทักษะ และพฤติกรรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						**4.97**	**0.45**	**4.97**
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
3.3 ชัดเจน ครอบคลุม ไม่สับสน	5	5	5	5	5	4.80	0.45	4.80
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้						**4.93**	**0.15**	**4.93**

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
4.1 กิจกรรมที่จัดมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.1 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.2 ขั้นกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.58	4.80
4.2.5 ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.2.6 ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.3 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน	4	5	5	5	5	4.80	0.58	4.80
4.4 กิจกรรมสามารถนำไปใช้ได้จริงและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.5 กิจกรรมมีความชัดเจน ผู้สอนคนอื่นสามารถนำไปใช้สอนแทนได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.6 สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
4.7 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00

ตาราง 36 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					M	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน								
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						4.97	0.09	4.97
5. ด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.3 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านแลเกมิฟิเคชัน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.4 สามารถให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความสามารถในการเขียนโปรแกรมได้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
5.5 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						5.00	0.00	5.00
6. ด้านการวัดและประเมินผล								
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.2 วิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.3 เครื่องมือการวัดสอดคล้องกับวิธีการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.4 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
6.5 เกณฑ์การประเมินผลมีความเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	5.00
ผลรวมค่าเฉลี่ยด้านการวัดและประเมินผล						5.00	0.00	5.00
ผลรวมเฉลี่ยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7						4.97	0.06	4.97
ผลการพิจารณามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด								

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชา** เทคโนโลยีพื้นฐาน **รหัสวิชา** ว21103

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 **ชื่อหน่วยการเรียนรู้** การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์

เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ **ภาคเรียนที่** 1 **ปีการศึกษา** 2566 **เวลา** 2 คาบ

.....

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการ สื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ม.1/1 ออกแบบและเขียนโปรแกรม อย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์

สาระสำคัญ

การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ คือ การเขียนให้โปรแกรมมีการทำงานจากบนลงล่าง เขียนคำสั่งเป็นบรรทัด และทำทีละบรรทัดจากบรรทัดบนสุดลงไปจนถึงบรรทัดล่างสุด

สาระการเรียนรู้

1. การออกแบบอัลกอริทึม เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์อย่างง่าย อาจใช้แนวคิดเชิงนามธรรมในการออกแบบเพื่อให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ

2. การออกแบบและเขียนโปรแกรมแบบลำดับ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (K)

1. อธิบายรูปแบบของการทำงานแบบลำดับ

2. อธิบายขั้นตอนการเขียนโปรแกรมแบบลำดับ

ทักษะกระบวนการ (P)

1. เขียนโปรแกรมแบบลำดับ

2. ทักษะการคิดวิเคราะห์

3. ทักษะการคิดแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. กระตือรือร้นและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและมีความรับผิดชอบ (ใฝ่เรียนรู้)

2. มีระเบียบวินัย (มีวินัย)

3. ความมุ่งมั่นในการทำงาน (มุ่งมั่นในการทำงาน)

สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิด ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณต่างๆ ที่พบในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

3. ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผล จุดประสงค์	**วิธีการวัดผล**	**เครื่องมือวัด**	**เกณฑ์การประเมินผล**
ความรู้ (K) 1. อธิบายรูปแบบของการทำงานแบบลำดับ 2. อธิบายขั้นตอนการเขียนโปรแกรมแบบลำดับ	ตรวจจากใบกิจกรรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ	แบบประเมินใบกิจกรรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ	ระดับพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
ทักษะกระบวนการ (P) 1. เขียนโปรแกรมแบบลำดับ 2. ทักษะการคิดวิเคราะห์ 3. ทักษะการแก้ปัญหา	1. ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ 2. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	1. แบบประเมินใบกิจกรรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ 2. แบบสังเกตพฤติกรรม	ระดับพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มีวินัย 3. มุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตจากการจัดกิจกรรมเรียนรู้	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับดีขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน 1. ความสามารถในการคิด 2. ความสามารถในการแก้ปัญหา 3. ความสามารถในการสื่อสาร	สังเกตจากการจัดกิจกรรมเรียนรู้	แบบประเมินสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน	ระดับดีขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

สื่อการเรียนการสอน

1. คอมพิวเตอร์, โปรเจ็คเตอร์

2. หนังสือเรียน เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, เอกสารประกอบการสอน

3. Power point, คลิปวีดีโอ >> https://shorturl.asia/YROJ9

4. เว็บไซต์ ห้องเรียนออนไลน์ By Rrumariam >> https://shorturl.asia/i4mpP

กิจกรรมจัดการเรียนการสอน

การจัดกิจกรรมนอกห้องเรียน

1. ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา

ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ แก่ผู้เรียนบนห้องเรียนออนไลน์ที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ ซึ่งมีด้วยกัน 4 สถานการณ์ กลุ่มละ 1 สถานการณ์ บางกลุ่มอาจได้สถานการณ์ซ้ำกัน “ให้ผู้เรียนวิเคราะห์สถานการณ์ต่อไปนี้”

“สถานการณ์ที่ 1 วินวินเปิดร้านขายขนมไทยมักเจอปัญหาบ่อยครั้งในการทอนเงินผิด อยากให้นักเรียนช่วยออกแบบการเขียนรหัสลำลองและผังงาน พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมเพื่อทอนเงินในการซื้อขนม เช่น ให้เงิน 100 บาท ซื้อขนม 50 บาท จะทอนเงิน 40 บาท โดยกำหนดให้ตัวแปร M เก็บข้อมูลเงินที่ให้ไป และตัวแปร N เก็บข้อมูลราคาขนม”

“สถานการณ์ที่ 2” จองอูต้องการคำนวณพื้นที่ห้องนอนของตนเองเพื่อปูพื้นกระเบื้อง ซึ่งมีพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส ให้นักเรียนช่วยจองอูออกแบบการเขียนรหัสลำลองและผังงาน พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณพื้นที่ห้องนอน โดยกำหนดให้ตัวแปร A เก็บข้อมูลความยาวด้าน”

“สถานการณ์ที่ 3” ให้นักเรียนเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการคำนวณเวลาเรียนของนักเรียน โดยมีเวลาเรียนต่อภาคเรียน 40 ชั่วโมง/คาบ ให้คำนวณออกมาเป็นร้อยละของเวลาเรียนทั้งหมด เช่น มาเรียน 30 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 75 ของเวลาเรียนทั้งหมด”

“สถานการณ์ที่ 4” เช้าวันเสาร์แม่สั่งให้แจ็คสันไปซื้อผลไม้ เพื่อไปเยี่ยมตากับยายที่ต่างจังหวัดในวันพรุ่งนี้ เมื่อไปถึงตลาดแจ็คสันซื้อแอปเบิ้ล 5 ลูก ราคาลูกละ 20 บาท ซื้อส้ม 2 กิโลกรัมกิโลกรัมละ 50 บาท แจ็คสันต้องจ่ายเงินให้กับแม่ค้ากี่บาท แจ็คสันต้องจ่ายเงินกี่บาท ให้นักเรียนช่วยแจ็คสันคำนวณเงินที่ต้องจ่ายให้นักเรียนช่วยออกแบบการเขียนรหัสลำลอง และผังงาน พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณหาเงินที่แจ็คสันต้องจ่ายให้กับแม่ค้า

2. ขั้นกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้

- หลังจากที่ผู้เรียนแต่ละคนวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหาแล้ว ผู้เรียนแนวทางคำตอบที่เป็นไปได้เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนกำหนดให้ โดยที่ผู้เรียนวิเคราะห์หาแนวทางคำตอบที่ผู้สอนได้รับมอบหมายเป็นรายบุคคล ดังนี้ (ด่านที่ 1 ลำดับลำใจ (การวิเคราะห์ปัญหาแบบลำดับ))

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาดังนี้
นักเรียนคิดว่าต้องเขียนโปรแกรมรูปแบบใด……..
เพราะเหตุใดจึงใช้รูปแบบนี้…….
มีตัวแปรกี่ตัว……ตัว คือ……
ข้อมูลเข้า…….....
การดำเนินการ…….....
ข้อมูลออก/ผลที่ได้…….....

3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาเรื่องการเขียนโปรแกรมแบบลำดับ ที่ครูมอบหมายให้ผ่านเว็บไซต์ padlet โดยศึกษาจากคลิปวีดีโอ เอกสารประกอบการสอน หนังสือเรียน และแหล่งอื่น ๆ ตามความสะดวกของผู้เรียน พร้อมทั้งบันทึกทำกิจกรรม ในด่านที่ 1 ลำดับลำใจ (ออกแบบขั้นตอนการเขียนรหัสลำลองและผังงาน) ส่งผ่าน padlet ในคอลัมของกลุ่มตนเอง โดยที่นักเรียนจะต้องส่งแบบบันทึกกิจกรรม ก่อนเข้าชั่วโมงเรียน 1 วัน เช่นผู้เรียนมีเรียนวันจันทร์ ผู้เรียนจะต้องส่งกิจกรรมนี้ในระบบออนไลน์ภายใน วันเสาร์ เวลา 23.59 น. เมื่อผู้เรียนทุกคนในกลุ่มของตนทำกิจกรรมนี้เรียบร้อย ผู้เรียนจะได้รับแต้มสะสม และสมาชิกในกลุ่มทำภารกิจครบทุกคนที่ได้รับ ตราสัญลักษณ์ เพื่อผ่านด่านไปทำกิจกรรมถัดไปในคาบเรียน

การจัดกิจกรรมในห้องเรียน

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้

- ผู้สอนกล่าวทักทายนักเรียน ชี้แจงภารกิจแก่ผู้เรียน เตรียมอุปกรณ์ แจกแบบบันทึกกิจกรรมด่านที่ 2 การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ แก่ผู้เรียนทุกกลุ่ม

- ให้ผู้เรียนทุกคนเข้ากลุ่ม และนำรหัสลำลองและผังงานที่ตนเองเขียน มาร่วมกันพูดคุย แสดงความคิดเห็น อภิปรายร่วมกัน นำมาสังเคราะห์คำตอบภายในกลุ่ม ซึ่งได้เป็นองค์ความรู้ใหม่ของกลุ่มตนเอง เพื่อออกแบบขั้นตอนการเขียนรหัสลำลองและผังงานตามใบกิจกรรมที่ผู้สอน

กำหนดให้ (โดยมีผู้สอนคอยให้คำแนะนำ ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม คอยให้ความช่วยเหลือผู้เรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด พร้อมทั้งอธิบายส่วนต่าง ๆ เพิ่มเติม ในสิ่งที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ โดยละเอียด ใช้เวลาโดยประมาณ 10-15 นาที (ขั้นนี้นักเรียนจะได้รหัสลำลองและผังงานของกลุ่ม และนำไปเขียนโปรแกรมแบบลำดับ))

- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแยกย้ายกันนำสิ่งที่ได้จากการเขียนรหัสลำลอง และผังงาน ไปเขียนโปรแกรมตามที่ร่วมกันออกแบบ โดยให้นักเรียนร่วมกันฝึกปฏิบัติ หากเพื่อนสมาชิกในกลุ่มคนใดทำไม่ได้ ให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกัน (หากผู้เรียนไม่สามารถปฏิบัติได้ ผู้สอนจะต้องสาธิตแก่ผู้เรียนดูเป็นตัวอย่างเพิ่มเติม)

5. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ

ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุป และตรวจสอบผลการรันโปรแกรม และรหัสลำลอง และผังงานที่ได้จากการร่วมกันออกแบบการเขียนโปรแกรมแบบลำดับ ว่าได้ผลลัพธ์/ผลการรันโปรแกรมถูกต้องตามโจทย์ที่กำหนดหรือไม่ และมีวิธีอื่นๆ อีกไหมที่สามารถหาคำตอบได้ ดังนั้นผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันประเมินคำตอบร่วมกัน โดยมีผู้สอนคอยสังเกต อธิบายเพิ่มเติม แนะนำ ช่วยเหลือผู้เรียนในแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด และอธิบายเพิ่มเติมในส่วนต่างๆ แก่ผู้เรียน ประมาณ 10 นาที

6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน

- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการรันโปรแกรมที่ได้ พร้อมกันอธิบายขั้นตอนของกระบวนการที่ได้มาจากการออกแบบการแก้ปัญหาด้วยการเขียนรหัสลำลองและผังงาน เพื่อให้ผู้สอนและเพื่อน ๆร่วมกันประเมินผล แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับขั้นตอนที่ออกแบบ และผลของการรันโปรแกรม

- การนำเสนอแต่ละครั้ง แต่ละกลุ่มจะต้องโหวตหรือให้คะแนนกลุ่มเพื่อน กลุ่มไหนที่นำเสนอได้ดี และเข้าใจในเนื้อหาได้เป็นอย่างดี กลุ่มใดที่เพื่อนโหวตและได้รับคะแนนสูง ผู้สอนก็จะดำเนินการจัดลำดับผู้ที่ทำผลงานสูงสุดไปจนถึงต่ำสุด กระดานผู้นำ (Leader board) และเก็บแต้มสะสม ไว้

- ผู้เรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้และเนื้อหาเรื่อง การเขียนรหัสลำลองและผังงานแบบลำดับ, การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ ที่ได้เรียนในชั่วโมงนี้ร่วมกัน

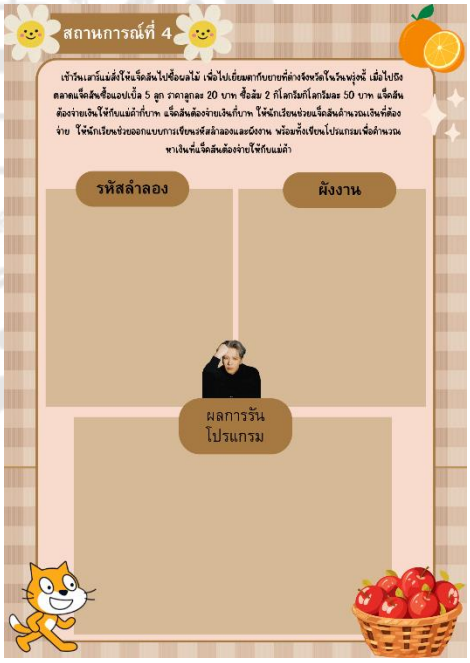
- ผู้สอนชี้แจงให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเนื้อหา เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ และทำกิจกรรมในด่านที่ 3 ตามที่ได้รับมอบหมาย เพื่อเตรียมตัวทำกิจกรรมมาล่วงหน้าก่อนเข้าเรียนในชั่วโมงถัดไป

ใบกิจกรรม

สถานการณ์ที่ 1
วันวันเปิดร้านขายขนมไทยมักเจอปัญหาบ่อยครั้งในการทอนเงินผิด อยากให้นักเรียนช่วยออกแบบการเขียนรหัสลำลองและผังงาน พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมเพื่อทอนเงินในการซื้อขนม เช่น ให้เงิน 100 บาท ซื้อขนม 50 บาท จะทอนเงิน 40 บาท โดยกำหนดให้ตัวแปร M เก็บข้อมูลเงินที่ให้ไป และตัวแปร N เก็บข้อมูลราคาขนม"
รหัสลำลอง
ผังงาน
ผลการรันโปรแกรม

สถานการณ์ที่ 2
จองอูต้องการคำนวณพื้นที่ห้องนอนของตนเองเพื่อปูพื้นกระเบื้อง ซึ่งมีพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส ให้นักเรียนออกแบบการเขียนรหัสลำลองและผังงานเพื่อคำนวณพื้นที่ห้องนอน โดยกำหนดให้ตัวแปร A เก็บข้อมูลความยาวด้าน"
รหัสลำลอง
ผังงาน
ผลการรันโปรแกรม

สถานการณ์ที่ 3
ให้นักเรียนเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการคำนวณเวลาเรียนของนักเรียน โดยมีเวลาเรียนต่อภาคเรียน 40 ชั่วโมง/คาบ ให้คำนวณออกมาเป็นร้อยละของเวลาเรียนทั้งหมด เช่น มาเรียน 30 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 75 ของเวลาเรียนทั้งหมด"
รหัสลำลอง
ผังงาน
ผลการรันโปรแกรม


สถานการณ์ที่ 4
เช้าวันเสาร์แม่สั่งให้แจ็คสันไปซื้อผลไม้ เพื่อไปเยี่ยมยายที่ต่างจังหวัดในวันพรุ่งนี้ เมื่อไปถึงตลาดแจ็คสันซื้อแอปเปิ้ล 5 ลูก ราคาลูกละ 20 บาท ซื้อส้ม 2 กิโลกรัมกิโลกรัมละ 50 บาท แจ็คสันต้องจ่ายเงินให้กับแม่ค้าที่บาท แจ็คสันต้องจ่ายเงินกี่บาท ให้นักเรียนช่วยแจ็คสันคำนวณเงินที่ต้องจ่าย ให้นักเรียนช่วยออกแบบการเขียนรหัสลำลองและผังงาน พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณหาเงินที่แจ็คสันต้องจ่ายให้กับแม่ค้า
รหัสลำลอง
ผังงาน
ผลการรันโปรแกรม

แบบประเมินกิจกรรม ลำดับลำใจ และการบันทึกความรู้

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	3	2	1
อธิบายรูปแบบของการทำงานแบบลำดับ	จากสถานการณ์ผู้เรียนวิเคราะห์ได้ว่าเป็นการเขียนโปรแกรมที่มีการทำงานแบบลำดับ อธิบายอย่างละเอียดและเข้าใจ	จากสถานการณ์ผู้เรียนวิเคราะห์ได้ว่าเป็นการเขียนโปรแกรมที่มีการทำงานแบบลำดับ อธิบายอย่างเข้าใจ แต่ไม่ละเอียดมากนัก	จากสถานการณ์ผู้เรียนวิเคราะห์ได้ว่าเป็นการเขียนโปรแกรมที่มีการทำงานแบบลำดับ แต่ไม่มีการอธิบาย
อธิบายขั้นตอนการเขียนโปรแกรมแบบลำดับ	-อธิบายขั้นตอนของการเขียนโปรแกรมได้ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโปรแกรม มีการกำหนดตัวแปร บอกชื่อตัวแปรได้ถูกต้องครบถ้วน -บอกถึงข้อมูลเข้า ข้อมูลออกได้ถูกต้องทุกตัว -มีการอธิบายถึงการดำเนินงาน วิธีการตรวจสอบความถูกต้อง ได้อย่างครบถ้วน	-อธิบายขั้นตอนของการเขียนโปรแกรมได้ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโปรแกรม มีการกำหนดตัวแปร บอกชื่อตัวแปร ได้ถูกต้อง แต่ขาด 1 ตัวแปร -บอกถึงข้อมูลเข้า ข้อมูลออกได้ถูกต้องทุกตัว -มีการอธิบายถึงการดำเนินงาน วิธีการตรวจสอบความถูกต้อง ได้ไม่ครบถ้วน	-อธิบายขั้นตอนของการเขียนโปรแกรมได้ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโปรแกรมได้ไม่ถูกต้องมีการสลับขั้นตอนบางขั้น มีการกำหนดตัวแปร บอกชื่อตัวแปร แต่ขาด 2 ตัวแปรขึ้นไป -บอกถึงข้อมูลเข้าไม่ครบถ้วน ข้อมูลออกไม่ถูกต้อง -ไม่มีการอธิบายถึงการดำเนินงาน วิธีการตรวจสอบความถูกต้อง

ระดับคุณภาพ

คะแนนรวม	ระดับ
6	ดีเยี่ยม
4-5	ดี
2-3	พอใช้
0-1	ปรับปรุง

เกณฑ์การแปลผลระดับของแบบประเมินกิจกรรม (K)

คะแนน	คะแนน (ร้อยละ)	ระดับคุณภาพ
คะแนน 6	90-100	ดีเยียม
คะแนน 4-5	70-89	ดี
คะแนน 2-3	50-69	พอใช้
คะแนน 0-1	0-49	ปรับปรุง

แบบประเมินทักษะในการเขียนโปรแกรม Scratch
เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบลำดับ

-เกณฑ์การให้คะแนนของการออกแบบการเขียนรหัสลำลองและผังงาน

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
5	1) การเขียนรหัสลำลอง มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทำงาน ได้ถูกต้องครบถ้วน กำหนดตัวแปร ระบุข้อมูลเข้า/รับค่าข้อมูล ข้อมูลออก/แสดงผล วิธีการดำเนินการ ได้ถูกต้อง 2) การเขียนผังงาน มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ ใช้สัญลักษณ์แทนแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้อง แทนตัวแปรได้ถูกต้องครบทุกตัว
4	1) การเขียนรหัสลำลอง มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทำงาน ได้ถูกต้องครบถ้วน กำหนดตัวแปร ระบุข้อมูลเข้า/รับค่าข้อมูล ข้อมูลออก/แสดงผล วิธีการดำเนินการ ได้ถูกต้อง 2) การเขียนผังงาน มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ ใช้สัญลักษณ์แทนแต่ละขั้นตอนผิด น้อยกว่า 2 ตำแหน่ง แทนตัวแปรได้ถูกต้อง
3	1) การเขียนรหัสลำลอง มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทำงาน ขาด 1 ขั้นตอน โดยมีการระบุข้อมูลเข้า ข้อมูลออก และวิธีการดำเนินการ ได้ถูกต้องบางส่วน 2) การเขียนผังงาน มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลได้ ใช้สัญลักษณ์ แทนแต่ละขั้นตอนผิด น้อยกว่า 4 ตำแหน่ง แทนตัวแปรผิด
2	1) การเขียนรหัสลำลอง มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทำงาน ขาด 2 ขั้นตอน ระบุข้อมูลเข้า ข้อมูลออก และวิธีการดำเนินการ ไม่ถูกต้องบางส่วน 2) การเขียนผังงาน มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ ใช้สัญลักษณ์ แทนแต่ละขั้นตอนผิด มากกว่า 4 ตำแหน่ง แทนตัวแปรได้ถูกต้อง 1 ตัว นอกนั้นผิด
1	1) การเขียนรหัสลำลอง มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทำงาน ขาด 3 ขั้นตอนขึ้นไป/ไม่ถูกต้อง ระบุข้อมูลเข้า ข้อมูลออก และวิธีการดำเนินการ ไม่ถูกต้องเกิน 4 ตำแหน่ง 2) การเขียนผังงาน มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลได้ถูกต้องบางส่วนแต่น้อยกว่า 3 ตำแหน่ง ใช้สัญลักษณ์แทนแต่ละขั้นตอนผิด มากกว่า 4 ตำแหน่ง แทนตัวแปรได้ถูกต้อง 1 ตัว

- เกณฑ์การให้คะแนนของการเขียนโปรแกรม

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
5	เขียนโปรแกรมแบบลำดับ เรียบเรียงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมได้ถูกต้องครบทุกขั้นตอน มีการกำหนดค่าให้กับตัวแปรและแทนค่าได้ถูกต้อง มีการรับค่าทางแป้นพิมพ์ กำหนดค่าตัวแปรโดยใช้ตัวดำเนินการอย่างถูกต้อง มีการแสดงผลลัพธ์ออกมาได้ตามที่โจทย์หรือสถานการณ์กำหนดไว้ ตรวจสอบการรันโปรแกรมได้ถูกต้อง
4	เขียนโปรแกรมแบบลำดับ เรียบเรียงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมได้ถูกต้องครบทุกขั้นตอน มีการกำหนดค่าให้กับตัวแปรและแทนค่าตัวแปรหรือการลำดับตำแหน่งไม่ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง มีการรับค่าทางแป้นพิมพ์ กำหนดค่าตัวแปรโดยใช้ตัวดำเนินการอย่างถูกต้อง ใช้ตัวดำเนินการได้ถูกต้อง มีการแสดงผลลัพธ์ออกมาได้ตามที่โจทย์หรือสถานการณ์กำหนดไว้ ตรวจสอบการรันโปรแกรมได้ถูกต้อง
3	เขียนโปรแกรมแบบลำดับ เรียบเรียงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมได้ครบทุกขั้นตอน มีการกำหนดค่าให้กับตัวแปรและแทนค่าหรือการลำดับตำแหน่งไม่ถูกต้อง 2 ตำแหน่ง ไม่มีการรับค่าทางแป้นพิมพ์ กำหนดค่าตัวแปรโดยใช้ตัวดำเนินการอย่างถูกต้องบางส่วน มีการแสดงผลลัพธ์ออกมาได้ตามที่โจทย์หรือสถานการณ์กำหนดไว้
2	เขียนโปรแกรมแบบลำดับ เรียบเรียงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมไม่ครบถ้วน มีการกำหนดค่าให้กับตัวแปรและแทนค่าหรือการลำดับตำแหน่งไม่ถูกต้อง 3 ตำแหน่ง ไม่มีการรับค่าทางแป้นพิมพ์ กำหนดค่าตัวแปรโดยใช้ตัวดำเนินการไม่ถูกต้องบางส่วน และมีผลการตรวจสอบการรันโปรแกรมไม่ถูกต้อง
1	เขียนโปรแกรมแบบลำดับ เรียบเรียงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมไม่ครบถ้วน ไม่มีการกำหนดค่าให้กับตัวแปร และแทนค่าไม่ถูกต้อง ไม่มีการรับค่าทางแป้นพิมพ์ กำหนดค่าตัวแปรโดยใช้ตัวดำเนินการไม่ถูกต้อง ใช้ตัวดำเนินการในการตรวจสอบเงื่อนไขไม่ถูกต้อง ไม่สามารถรันผลของโปรแกรมได้

แบบบันทึกแผนการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

1.1 ด้านความรู้ (K)

.....

.....

.....

.....

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการ (P)

.....

.....

.....

.....

1.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวซาริยาล ชิตชลธาร)

...../ ..... / .....

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม

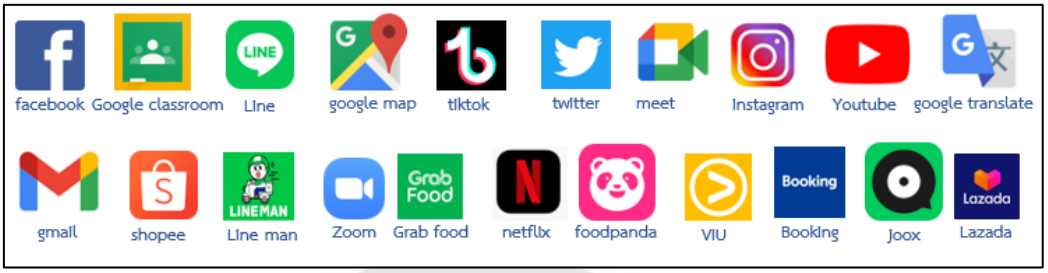
แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อ-นามสกุล……..……ชั้น……..…เลขที่……..

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัยมีจำนวนทั้งสิ้น 4 สถานการณ์ 16 ข้อย่อย
2. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ-นามสกุล ชั้น และเลขที่ ลงในข้อสอบและกระดาษคำตอบให้ชัดเจน ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 80 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนตอบโดยใช้ปากกาหรือดินสอ
4. ห้ามนักเรียนใช้เครื่องมือคิดคำนวณใดๆ และเครื่องมือสื่อสารทุกชนิด
5. ถ้าหากพบว่านักเรียนทำการทุจริตไม่ว่ากรณีใดๆ คะแนนจะถูกปรับเป็น 0 ทันที

สถานการณ์ที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนด แล้วตอบคำถามข้อที่ 1 - 4 (12 คะแนน) โทรศัพท์มือถือในปัจจุบันมีแอปพลิเคชันที่ช่วยในการอำนวยความสะดวกต่างๆ มากมาย ถือเป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญมากต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก



1. 1 จากแอปพลิเคชันที่มีในโทรศัพท์มือถือข้างต้น ให้นักเรียนบอกแอปพลิเคชันที่ใช้ในการอำนวยความสะดวก ว่ามีการนำไปใช้ประโยชน์ด้านใดบ้าง และแต่ละด้านประกอบด้วยแอปพลิเคชันใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

1.2 ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่ามีแอปพลิเคชันใดบ้าง ที่มีลักษณะการใช้งานเหมือนกัน และใช้ประโยชน์ในลักษณะเดียวกัน โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบแอปพลิเคชันอย่างน้อย 3 คู่ พร้อมทั้งอธิบาย/ระบุลักษณะของสิ่งที่เหมือนกัน และส่วนที่แตกต่างกันของแอปพลิเคชันมาพอสังเขป

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 จากแอปพลิเคชันในมือถือที่กำหนดให้ในสถานการณ์ หากนักเรียนมีความจำเป็นจะต้องเรียนพิเศษแบบออนไลน์ในช่วงปิดเทอม นักเรียนคิดว่าแอปพลิเคชันที่มีประโยชน์ทางด้านการศึกษาใดบ้างที่สามารถใช้เรียนออนไลน์ได้ และเหมาะสมที่สุดภายใต้เงื่อนไข “สามารถพูดคุย และพบปะ เห็นหน้ากันได้ในขณะนั้น”

1.3.1 แอปพลิเคชันที่ใช้เรียนออนไลน์ได้

.....

.....

.....

1.3.2 แอปพลิเคชันที่สามารถไม่ใช้ในการเรียนออนไลน์ได้

.....

.....

.....

1.3.3 ให้นักเรียนเลือกแอปพลิเคชัน 1 แอป ที่เหมาะสมกับการส่งงานของนักเรียน ภายใต้เงื่อนไข “สามารถส่งงานได้ทุกที่ทุกเวลา และงานไม่หาย คุณภาพคงเดิม” พร้อมทั้งระบุเหตุผลในการเลือก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการส่งงานโดยใช้แอปพลิเคชันที่นักเรียนเลือกในข้อที่ 3 มาอย่างน้อย 5 ขั้นตอน โดยละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแต่ละข้อคำถาม
ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนณ

องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ	**เกณฑ์การให้คะแนน**		
	3	2	1
1. การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (ข้อที่ 1.1)	1) พิจารณาประโยชน์/สิ่งอำนวยความสะดวกของแอปที่มีในโทรศัพท์มือถือได้อย่างน้อย 4 ด้านขึ้นไป 2) ระบุแอปพลิเคชันของแต่ละด้านอย่างน้อย 3 แอปพลิเคชัน	1) พิจารณาประโยชน์/สิ่งอำนวยความสะดวกของแอปที่มีในโทรศัพท์มือถือได้อย่างน้อย 3 ด้าน 2) ระบุแอปพลิเคชันของแต่ละด้านอย่างน้อย 3 แอปพลิเคชัน	1) พิจารณาประโยชน์/สิ่งอำนวยความสะดวกของแอปที่มีในโทรศัพท์มือถือได้อย่างน้อยกว่า 3 ด้าน 2) ระบุแอปพลิเคชันของแต่ละด้านอย่างน้อย 2 แอปพลิเคชัน
2. การคิดหารูปแบบ (ข้อที่ 1.2)	1) วิเคราะห์แอปพลิเคชันที่มีลักษณะการเข้าใช้งานได้เหมือนกัน เพื่อใช้ประโยชน์เดียวกันได้ และเปรียบเทียบแอปพลิเคชันได้อย่างน้อย 3 คู่ ขึ้นไป 2) อธิบายความเหมือนและความแตกต่างกันของแอปพลิเคชันทั้ง 3 คู่ ได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง	1) วิเคราะห์แอปพลิเคชันที่มีลักษณะการเข้าใช้งานได้เหมือนกัน เพื่อประโยชน์เดียวกันได้ และเปรียบเทียบแอปพลิเคชันได้อย่างน้อยกว่า 3 คู่ 2) อธิบายความเหมือนได้ แต่ไม่อธิบายความแตกต่างระหว่างแอพทั้ง 2 ได้	1) วิเคราะห์แอปพลิเคชันที่มีลักษณะการเข้าใช้งานได้เหมือนกัน เพื่อประโยชน์เดียวกันได้ เปรียบเทียบแอปพลิเคชันได้อย่างน้อย 2 คู่ 2) ไม่อธิบายความเหมือนและความแตกต่างระหว่างแอปพลิเคชัน แต่ละคู่

องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
3. การคิดเชิงนามธรรม (ข้อที่ 1.3)	1) ระบุแอปพลิเคชันที่สามารถใช้ในการเรียนออนไลน์ได้ตามเงื่อนไขที่ระบุได้อย่างน้อย 3 แอพพลิเคชัน 2) ระบุแอปพลิเคชันที่ไม่ใช้ในการเรียนออนไลน์ได้อย่างน้อย 3 แอพพลิเคชั่น 3) ระบุแอพพลิเคชันที่ตรงตามเงื่อนไขได้ถูกต้อง และเหมาะสม พร้อมระบุเหตุผลในการเลือกแอปพลิเคชันนั้น	1) ระบุแอปพลิเคชั่นที่สามารถใช้ในการเรียนออนไลน์ได้ตามเงื่อนไขที่ระบุได้น้อยกว่า 3 แอปพลิเคชัน 2) ระบุแอปพลิเคชันที่ไม่ใช้ในการเรียนออนไลน์ได้ น้อยกว่า 3 แอปพลิเคชัน 3) ระบุแอปพลิเคชันที่ตรงตามเงื่อนไขได้ ถูกต้อง และเหมาะสม และระบุเหตุผลในการเลือก	1) ระบุแอปพลิเคชันที่สามารถใช้ในการเรียนออนไลน์ได้ตามเงื่อนไขที่ระบุได้น้อยกว่า 2 แอปพลิเคชัน 2) ระบุแอพพลิเคชั่นที่ไม่ใช้ในการเรียนออนไลน์ได้น้อยกว่า 2 แอปพลิเคชัน 3) ไม่ระบุแอพพลิเคชันตามเงื่อนไขที่กำหนด/ไม่ระบุเหตุผลที่เลือกแอปพลิเคชันนั้น
4. การออกแบบขั้นตอนวิธี (ข้อที่ 1.4)	1) จัดเรียง/ลำดับขั้นตอนในการส่งไฟล์งานโดยใช้แอปพลิเคชันที่นักเรียนเลือก ได้ครบถ้วนทุกขั้นตอนตั้งแต่ต้นจนจบการส่งงาน อย่างน้อย 5 ขั้นตอนขึ้นไป 2) มีการอธิบายแต่ละขั้นโดยใช้คำบรรยายอย่างเข้าใจ และครบทุกขั้นตอน	1) จัดเรียง/ลำดับขั้นตอนในการส่งไฟล์งานโดยใช้แอปพลิเคชันที่นักเรียนเลือกได้ 4 ขั้นตอน ตั้งแต่ต้นจนจบขั้นตอนการส่งงาน 2) มีการอธิบายแต่ละขั้นโดยใช้คำบรรยายอย่างเข้าใจ และครบทุกขั้นตอน	1) จัดเรียง/ลำดับขั้นตอนในการส่งงานได้น้อยกว่า 4 ขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการส่งงาน 2) มีการอธิบายแต่ละขั้นโดยใช้คำบรรยายอย่างเข้าใจ

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม Scratch
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
เรื่อง การเขียนโปรแกรมด้วย Scratch

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรม Scratch เรื่อง การเขียนโปรแกรมด้วย Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 3 สถานการณ์ 6 ข้อย่อย 30 คะแนน
3. เวลาในการทำแบบทดสอบ 90 นาที
4. ให้นักเรียนเขียนตอบโดยใช้ปากกาหรือดินสอ ในการเขียนตอบ
5. ให้นักเรียนใช้โปรแกรม Scratch ในการเขียนโปรแกรม
6. ถ้าหากพบว่านักเรียนทำการทุจริตไม่ว่ากรณีใดๆ คะแนนจะถูกปรับเป็น 0 ทันที

สถานการณ์ที่ 1 ในช่วงตรุษจีนต้าเหนิงได้รับเงินอั่งเปาจากอากงจำนวน 500 บาท จากอาม่า จำนวน 400 บาท ได้จากอาแปะ จำนวน 300 บาท ต้าเหนิงนำเงินที่ได้ไปซื้อเสื้อใหม่ 1 ตัว ราคา 250 บาท ต้าเหนิงจะเหลือเงินกี่บาท ให้นักเรียนเขียนโปรแกรมเพื่อช่วยต้าเหนิงคำนวณยอดเงินคงเหลือที่ได้จากอั่งเปา ดังนี้

1.1 ให้นักเรียนเขียนรหัสลำลองและผังงานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ (5 คะแนน)

รหัสลำลอง (Pseudo Code)	ผังงาน (Flowchart)
....	

1.2 ให้นักเรียนเขียนโปรแกรมจากสถานการณ์ข้างต้น ตามรหัสลำลองและผังงานที่ระบุไว้ (5 คะแนน)

ภาพการเขียนโปรแกรม	**ผลการรันโปรแกรม**

ตัวอย่างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแต่ละข้อคำถาม

ของแบบวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมแบบลำดับ

1.1 เกณฑ์การให้คะแนนของการออกแบบการเขียนรหัสลำลองลองและผังงาน

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
5	1) การเขียนรหัสลำลอง มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทำงาน ได้ถูกต้องครบถ้วน ระบุการรับค่าข้อมูลเข้า ข้อมูลออก/แสดงผล วิธีการดำเนินการ/การประมวลผล/การคำนวณผล ใช้ตัวดำเนินการได้ถูกต้อง 2) การเขียนผังงาน มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ใช้สัญลักษณ์แทนแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้อง มีสัญลักษณ์เส้นเชื่อมครบถ้วน แทนตัวแปรได้ถูกต้องครบทุกตัว
4	1) การเขียนรหัสลำลอง มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทำงานได้ถูกต้องครบถ้วน ระบุข้อมูลเข้า ข้อมูลออก วิธีการดำเนินการ/การประมวลผล/คำนวณผล ใช้ตัวดำเนินการได้ถูกต้อง 2) การเขียนผังงาน มีการเรียบเรียงลำดับขั้นตอนของข้อมูลได้ถูกต้อ ใช้สัญลักษณ์แทนแต่ละขั้นตอนผิด น้อยกว่า 2 ตำแหน่ง เส้นเชื่อมผิด 1 ตำแหน่ง
3	1) การเขียนรหัสลำลอง มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทำงาน ขาด 1-2 ขั้นตอน/หรือสลับขั้นตอน 1-2 ขั้นตอน และมีการระบุข้อมูลเข้าหรือ ข้อมูลออก ผิด 1 ตำแหน่ง และวิธีการดำเนินการถูกต้อง ใช้ตัวดำเนินการถูกต้อง 2) การเขียนผังงาน มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลได้ ใช้สัญลักษณ์แทนแต่ละขั้นตอนผิด น้อยกว่า 3 ตำแหน่ง มีเส้นเชื่อมผิดน้อยกว่า 2 ตำแหน่ง
2	1) การเขียนรหัสลำลอง มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทำงานไม่ครบถ้วน ขาด 3 ขั้นตอน/มีการสลับตำแหน่ง ระบุข้อมูลข้อมูลออก และวิธีการดำเนินการ ไม่ถูกต้องบางส่วน 2) การเขียนผังงาน มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลได้ไม่ครบถ้วน ใช้สัญลักษณ์แทนแต่ละขั้นตอนผิด น้อยกว่ากว่า 4 ตำแหน่ง ใช้สัญลักษณ์เส้นเชื่อมถูกต้องบางส่วน

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
1	1) การเขียนรหัสลำลอง มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทำงาน ขาด 4 ขั้นตอนขึ้นไป/สลับตำแหน่งเกิน 3 ตำแหน่ง ระบุข้อมูลเข้า ข้อมูลออก และวิธีการดำเนินการ ถูกต้องบางส่วน 2) การเขียนผังงาน มีการเรียบเรียงขั้นตอนของข้อมูลได้ ใช้สัญลักษณ์แทนแต่ละขั้นตอนผิด มากกว่า 5 ตำแหน่ง ใช้สัญลักษณ์เส้นเชื่อมไม่ถูกต้อง

1.2 เกณฑ์การให้คะแนนของการเขียนโปรแกรมแบบลำดับ

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
5	เขียนโปรแกรมแบบลำดับ มีการเรียบเรียงบล็อกคำสั่งตามขั้นตอนการเขียนโปรแกรมได้ถูกต้องครบทุกขั้นตอน มีการกำหนดค่า/รับค่าข้อมูลให้กับตัวแปรและแทนค่าได้ถูกต้อง ประกาศตัวแปรได้ครบถ้วน มีการรับค่าทางแป้นพิมพ์ เลือกใช้ตัวดำเนินการในการประมวลผลได้อย่างถูกต้อง มีการแสดงผลลัพธ์ออกมาได้ตามที่โจทย์หรือสถานการณ์กำหนดไว้ ตรวจสอบการรันโปรแกรมได้ถูกต้อง
4	เขียนโปรแกรมแบบลำดับ มีการเรียบเรียงบล็อกคำสั่งตามขั้นตอนการเขียนโปรแกรมได้ถูกต้องครบทุกขั้นตอน มีการกำหนดค่า/รับค่าให้กับตัวแปรและแทนค่าได้ถูกต้อง ไม่มีการรับค่าทางแป้นพิมพ์ กำหนดค่าตัวแปรโดยใช้ตัวดำเนินการอย่างถูกต้อง เลือกใช้ตัวดำเนินการได้ถูกต้อง มีการแสดงผลลัพธ์ออกมาได้ตามที่โจทย์หรือสถานการณ์กำหนดไว้ ตรวจสอบการรันโปรแกรมได้ถูกต้อง
3	เขียนโปรแกรมแบบลำดับ มีการเรียบเรียงบล็อกคำสั่งตามขั้นตอนการเขียนโปรแกรมได้ มีเลือกใช้บล็อกคำสั่งผิดตำแหน่งหรือผิดประเภทบางส่วน มีการกำหนดค่าให้กับตัวแปรและแทนค่าผิด 1 ตำแหน่ง มีการรับค่าทางแป้นพิมพ์ กำหนดค่าตัวแปรโดยใช้ตัวดำเนินการอย่างถูกต้อง ใช้ตัวดำเนินการถูกต้อง มีการแสดงผลลัพธ์ออกมาได้ตามที่โจทย์หรือสถานการณ์กำหนดไว้ หรือผิดพลาดบางตำแหน่ง

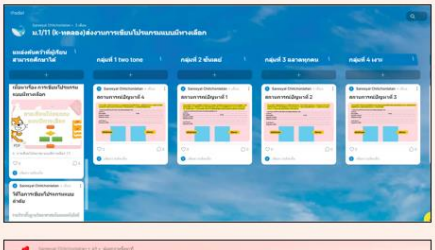
คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
2	<u>เขียนโปรแกรมแบบลำดับ</u> มีการเรียบเรียงบล็อกคำสั่งตามขั้นตอนการเขียนโปรแกรมไม่ครบถ้วนมีการกำหนดค่าให้กับตัวแปรและแทนค่าถูกต้อง 2 ตำแหน่ง ไม่มีการรับค่าทางแป้นพิมพ์ กำหนดค่าตัวแปร/ประกาศตัวแปรไม่ถูกต้องอย่างน้อย 1 ตัว ใช้ตัวดำเนินการไม่ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง และมีผลการตรวจสอบการรันโปรแกรมไม่ถูกต้อง
1	<u>เขียนโปรแกรมแบบลำดับ</u> เรียบเรียงบล็อกคำสั่งตามขั้นตอนการเขียนโปรแกรมไม่ครบถ้วน มีการกำหนดค่าให้กับตัวแปรและแทนค่าถูกต้องบางส่วน ไม่มีการรับค่าทางแป้นพิมพ์ กำหนดค่าตัวแปรโดยใช้ตัวดำเนินการไม่ถูกต้อง ผลการตรวจสอบการรันโปรแกรมไม่ถูกต้อง

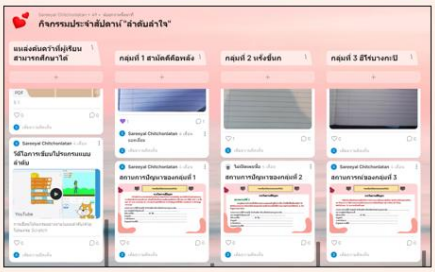
ภาคผนวก จ
ตัวอย่างภาพประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และเกมิฟิเคชัน

การจัดกิจกรรมนอกห้องเรียน

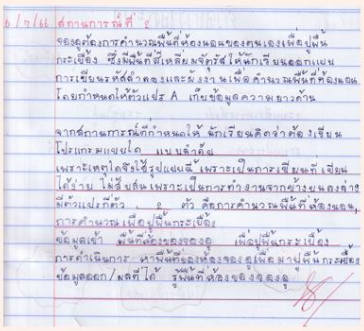
1. ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา: ผู้สอนนำเสนอเนื้อหา และมอบหมายภารกิจ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเนื้อหาจากสื่อการเรียนรู้ต่างๆ ที่ครูกำหนด หรือจากแหล่งอื่นๆ เพิ่มเติม โดยเป็นสื่อวีดีโอ และสื่อนำเสนอ PowerPoint พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัญหาตามสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้

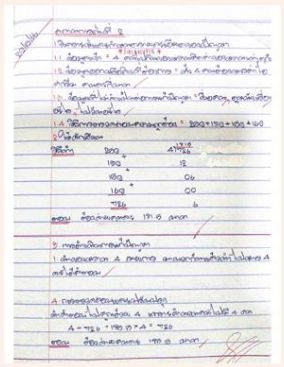
2. ขั้นกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้: เมื่อนักเรียนวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหาแล้ว นักเรียนกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา



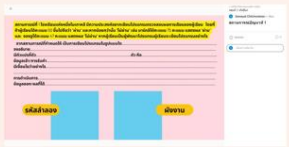


การมอบหมายภารกิจ และสื่อการเรียนรู้ แก่นักเรียนแต่ละสัปดาห์





ผู้เรียนกำหนดแนวทางความเป็นไปได้ของปัญหา



ภาพประกอบ ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนที่ 1 และ 2

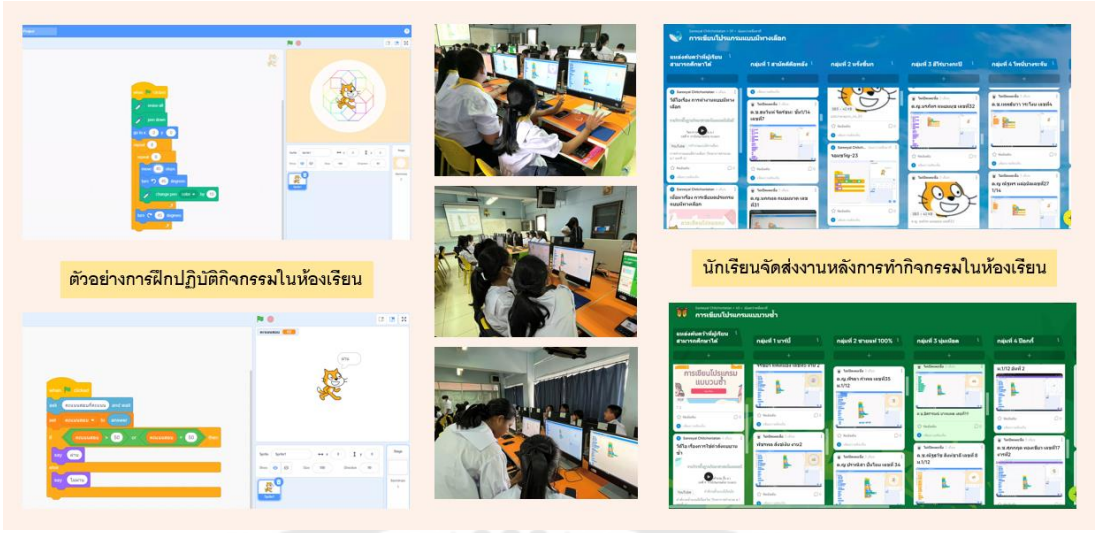
3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า : ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองผ่านเว็บ วีดีโอ เอกสารประกอบการสอน สื่อนำเสนอ PowerPoint หรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ตามความสนใจ

ภาพประกอบ ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนที่ 3

การจัดกิจกรรมในห้องเรียน

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้ : อภิปรายร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสังเคราะห์สิ่งที่ได้ศึกษามาว่าถูกต้องเหมาะสมหรือไม่เพียงใด เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ โดยการร่วมพูดคุย แสดงความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่ม

5. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ: นักเรียนแต่ละกลุ่มตกผลึงผลงานหรือแนวทางในการแก้ปัญหาของกลุ่ม สรุปผลงาน/ประเมินค่าคำตอบของกลุ่มตนเอง ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น



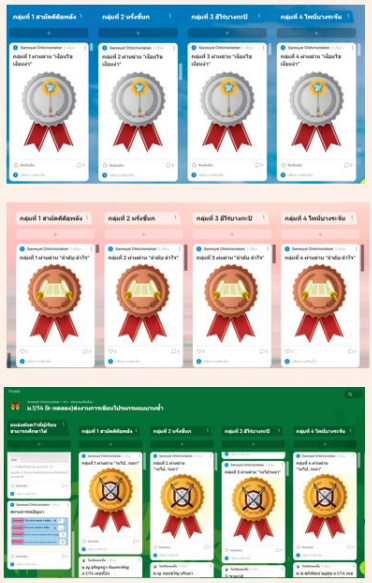
ภาพประกอบ ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนที่ 4 และ 5

6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน : นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา หรือคำตอบที่ได้จากการทำงานกลุ่มร่วมกัน และเพื่อนในกลุ่มอื่น ๆ ฟัง จากนั้นเพื่อน ๆ ต่างกลุ่มร่วมกันประเมินคำตอบ และร่วมกันแสดงความคิดเห็นทั้งจุดเด่น จุดด้อย และจุดที่ควรพัฒนาร่วมกัน

ภาพประกอบ ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนที่ 6

การนำเกมิฟิเคชันมาใช้ในการดำเนินการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างการสะสมแต้มลงสมุดเมื่อทำภารกิจผ่าน



ตัวอย่างการแจกเหรียญเพื่อผ่านด่านต่าง ๆ

ภาพประกอบ การนำเกมิฟิเคชันมาจัดการเรียนรู้

ภาคผนวก ง

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย

MF-04-version-2.0
วันที่ 18 ต.ค. 61

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและใบยินยอม
หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G- 389/2565E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเกมิฟิเคชัน ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการเขียนโปรแกรม รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นางสาว ชารียาล ชิตชลธาร

สังกัด: คณะศึกษาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง:
1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาทบทวน

1. แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 1 วัน/เดือน/ปี 26 สิงหาคม 2565
2. โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 1 วัน/เดือน/ปี 26 สิงหาคม 2565
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 1 วัน/เดือน/ปี 26 สิงหาคม 2565
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 1 วัน/เดือน/ปี 26 สิงหาคม 2565

(ลงชื่อ).....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิรกุล)
กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....
(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-389/2565
วันที่ให้การรับรอง : 26/08/2565
วันหมดอายุใบรับรอง : 26/08/2566

ภาพประกอบ หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ซารียาล ชิตชลธาร
วัน เดือน ปี เกิด	20 กุมภาพันธ์ 2536
สถานที่เกิด	ตรัง
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2559 ศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี พ.ศ. 2566 ระดับปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	23/2 หมู่ 3 ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง 92110