



รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อ
ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

LEARNING MODEL OF ROBOTICS ACTIVITIES AND PROBLEM BASED LEARNING
FOR PROMOTING COMPUTATIONAL THINKING SKILL FOR GRADE 3 ELEMENTARY

ชัยภัทร ลูกบัว

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2563

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อ
ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

LEARNING MODEL OF ROBOTICS ACTIVITIES AND PROBLEM BASED LEARNING
FOR PROMOTING COMPUTATIONAL THINKING SKILL FOR GRADE 3 ELEMENTARY
STUDENTS AT SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY PRASARNMIT DEMONSTRATION
SCHOOL



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Educational Technology)

Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2020

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิง
คำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
(ฝ่ายประถม)

ของ

ชัยภัทร ลูกบัว

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ) (รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล บุญลือ)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์)

ชื่อเรื่อง	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)
ผู้วิจัย	ชัยภัทร ลูกบัว
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) 2) เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบงานวิจัยและพัฒนา (Research and Development) แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ คือ (1) การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ (2) การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ระยะที่ 1 ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดเชิงคำนวณ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล ระยะที่ 2 ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้อง ทั้งหมด 30 คน จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ Dependent sample t-test ผลการวิจัย พบว่า 1.1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการสังเคราะห์ขึ้น 4 กระบวนการ คือ (1) การวิเคราะห์ปัญหา (Analyze Problem) (2) การออกแบบวิธีการและแก้ไข้ปัญหา (Design Solution) (3) การตรวจสอบการแก้ปัญหา (Inspect Solution) (4) การนำเสนอการแก้ปัญหา (Present Solution) 1.2) ผลการประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (มีค่า IOC ระหว่าง 0.67 - 1.00) 1.3) ผลการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การคิดเชิงคำนวณ, กิจกรรม Robotics, การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Title	LEARNING MODEL OF ROBOTICS ACTIVITIES AND PROBLEM BASED LEARNING FOR PROMOTING COMPUTATIONAL THINKING SKILL FOR GRADE 3 ELEMENTARY STUDENTS AT SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY PRASARNMIT DEMONSTRATION SCHOOL
Author	CHAIPAT LOOKBUA
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Assistant Professor Doctor Khwanying Sriprasertpap
Co Advisor	Assistant Professor Doctor Rittichai On-ming

The purposes of this research are as follows: (1) to develop a learning model of robotics activities and problem-based learning to promote computational thinking skills among Grade Three elementary students at Srinakharinwirot University Prasarnmit Demonstration School; and (2) to study the results of using the learning models. The instrument for the development of the design was Research and Development (R&D), divided into two phases: (1) the development of a learning model; and (2) a study of the results of using learning models. The samples in Phase One consisted of three research specialists (Technology Specialist, Computational Thinking Specialist, and Assessment Specialist). In Phase Two, the subjects were thirty Grade Three elementary students at Srinakharinwirot University Prasarnmit Demonstration School and used cluster random sampling. The statistics used for data analysis were: percentage, average ($\bar{x}$), standard deviation (S.D.), and a dependent sample t-test. The research findings were as follows: In Phase One, a learning model of robotics activities and a problem-based learning for promoting computational thinking skills for Grade Three elementary students at Srinakharinwirot University Prasarnmit Demonstration School, which consisted of a four-step process: (1) analyze the problem; (2) design a solution; (3) inspect the solution; and (4) present a solution. The results of the evaluation of the learning model had an Index of Consistency (IOC) of 0.67-1.00. In Phase Two, the results of using the model found that the students who learned by utilizing the model had higher computational skills than before learning with a statistical significance at the level of .05.

Keyword : Computational thinking, Robotics activities, Problem-based Learning

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง ท่านทั้งสองได้เสียสละเวลา เพื่อให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางด้านปริญญานิพนธ์ให้กับผู้วิจัยด้วยความเมตตา รวมถึงเป็นกำลังใจ และมอบความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้วิจัย เพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการทำงานวิจัยได้เป็นอย่างมาก

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล บุญลือ ที่กรุณาเสียสละเวลาในการเป็นประธานสอบปริญญานิพนธ์และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์ คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านอันได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัญญา สุขสมจิตร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุลศักดิ์ สุขสบาย และ อาจารย์พิชญานิน ศิริหล้า ที่ได้เสียสละเวลา เพื่อให้คำปรึกษาและประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้กับผู้วิจัยด้วยความเมตตา

ขอขอบคุณคณาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษา ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้พัฒนาความรู้ความสามารถของตนเอง และนำประสบการณ์ที่ได้ไปใช้พัฒนาในการทำงานต่อไป รวมถึงเพื่อนร่วมรุ่นในสาขาเทคโนโลยีการศึกษาทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจเสมอตลอดระยะเวลาการวิจัย ทั้งนี้ขอขอบคุณอาจารย์ คัทลียา วิเลปะนะ อาจารย์ณัฐพงษ์ บางท่าไม้ และอาจารย์ธนะเมศฐ์ วิทยาวรพัฒน์ ที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษาและให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่องานวิชาการ รวมทั้งบุคคลผู้ที่อยู่เบื้องหลังที่ได้กล่าวนาม ที่แนะนำให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ อันเป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์อันใดที่เกิดขึ้นจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอน้อมนุชาบุญการอันได้แก่ นายพัฒนา ลูกบัว และนางพนิตตา ลูกบัว รวมถึงครอบครัวอันเป็นที่รักยิ่งของผู้วิจัย และบูรพาจารย์ทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ได้ให้ความกรุณาอบรมสั่งสอนและเกื้อหนุนตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำงานวิจัยจนกระทั่งปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จเรียบร้อย

ชัยภัทร ลูกบัว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	7
ความสำคัญของงานวิจัย	7
ขอบเขตของการวิจัย	8
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	8
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	9
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	9
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	9
ตัวแปรที่ศึกษา.....	9
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	9
สมมติฐานการวิจัย	10
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
กรอบแนวคิดในการวิจัย	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ	14
1.1 ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)	14

1.2 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)	16
1.3 วิธีการและเครื่องมือการวัดการคิดเชิงคำนวณ.....	21
1.4 การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ	25
1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ.....	33
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดหุ่นยนต์ (Robotics).....	37
2.1 ความหมายของหุ่นยนต์.....	37
2.2 ประเภทของหุ่นยนต์	38
2.3 ระบบการทำงานของหุ่นยนต์	39
2.4 ประโยชน์ของการเรียนรู้โดยใช้ Robotics	40
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)	
.....	43
3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	43
3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	46
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้	56
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัยและผลการวิเคราะห์.....	59
1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	59
2. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	60
2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น	
ฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน	
สาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม).....	61
2.2 แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้	
ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)	67

2.3 แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย Robotics ร่วมกับการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่าย ประถม).....	68
2.4 แบบประเมินแผนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)	71
2.5 แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ	72
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย	74
3.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการวิจัย	74
3.2 แบบแผนการวิจัย	75
4. การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง	76
4.1 หลักความเคารพในบุคคล (Respect for person)	76
4.2 หลักการให้ประโยชน์ ไม่ก่อให้เกิดอันตราย (Beneficence/Non-maleficence)	76
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
การสรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	77
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	82
ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)	82
ระยะที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่าย ประถม)	94
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	97

สรุปผลการวิจัย.....	100
อภิปรายผลการวิจัย	102
บรรณานุกรม	112
ภาคผนวก.....	119
ภาคผนวก ก	120
รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือวิจัย	120
รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือวิจัย	121
ภาคผนวก ข	124
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	124
1. ตัวอย่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)	125
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ.....	136
3. แบบทดสอบการคิดเชิงคำนวณ	146
4. ตัวอย่างแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ	155
5. ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ.....	157
6. ตัวอย่างแบบประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ	159
ภาคผนวก ค.....	160
ผลการประเมินเครื่องมือและการศึกษาผลการวิจัย.....	160
ภาคผนวก ง	170
ประมวลภาพการทดลอง	170
ประวัติผู้เขียน.....	175

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในยุคสมัยที่เทคโนโลยีก้าวเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตมนุษย์ได้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ อย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็นระบบเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนไปด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ การแข่งขันทางด้านดิจิทัล ระบบสื่อสารที่ใช้ช่องทางที่หลากหลายขึ้น รวมไปถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ จากการพัฒนานวัตกรรมของมนุษย์ที่มุ่งเน้นในการช่วยพัฒนาให้ชีวิตสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น การเปลี่ยนแปลงครั้งยิ่งใหญ่นี้ได้ส่งผลไปยังทุกประเทศ ทุกภูมิภาค และทุกภาคส่วนให้เกิดการพัฒนาขีดความสามารถ เพื่อให้ตอบโจทย์กับยุคสมัยที่กำลังเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วนี้ ประเทศไทยเองก็ได้มีการมุ่งพัฒนาขีดความสามารถนี้เพื่อให้เป็นประเทศที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม ดังที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาเนื่องจากเป็นส่วนที่ช่วยพัฒนาทรัพยากรมนุษย์โดยตรง ที่จะช่วยให้ผู้ได้รับการพัฒนาเกิดความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงนี้ ไม่ว่าจะเป็นการรู้เท่าทันสื่อ การใช้งานเทคโนโลยีที่ทันสมัย และการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมในอนาคต

การพัฒนาประเทศจำเป็นต้องอาศัยกำลังหลักด้านทรัพยากรมนุษย์เป็นอย่างมาก ประเทศไทยจึงมีการจัดการศึกษาที่มุ่งพัฒนาทักษะทางด้านเทคโนโลยี โดยใน พ.ศ. 2560 กระทรวงศึกษาธิการได้ตอบรับนโยบายข้างต้นและมีการจัดทำหลักสูตรรายวิชาวิทยาการคำนวณ (Computing science) ที่มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี รู้เท่าทันสารสนเทศ และสิ่งที่สำคัญคือการมุ่งเน้นที่การคิดแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยการใช้เทคโนโลยีในการช่วยอำนวยความสะดวก ผู้เรียนจะไม่ได้เรียนแค่การใช้โปรแกรมพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ หรือการเรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้คอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐาน แต่จะได้เรียนรู้ในกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถนำมาปรับใช้ในการแก้ไขปัญหาในสาขาวิชาต่าง ๆ รวมทั้งเป็นพื้นฐานที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจัดการกับปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ ซึ่งมีความสำคัญกับการใช้ชีวิตในอนาคตของผู้เรียนยุคนี้ ที่โดยส่วนใหญ่แล้วจะใช้เวลาใช้งานแอปพลิเคชัน หรือโปรแกรมต่าง ๆ เพื่อเป็นตัวช่วยในการอำนวยความสะดวกให้กับชีวิต ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน การเรียน การขนส่ง หรือแม้กระทั่งการให้ความบันเทิง จนอาจ

จะกลายเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญของชีวิตในอนาคตอันใกล้ที่กำลังจะมาถึง ทั้งนี้รายวิชาวิทยาการคำนวณนั้น มีองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการวางรากฐานที่สำคัญของอาชีพที่มีความจำเป็นในอนาคต ไม่ว่าจะเป็นนักพัฒนาโปรแกรม หรือแอปพลิเคชัน นักตรวจสอบระบบความปลอดภัยทางไซเบอร์ ผู้ดูแลระบบ หรือผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางด้านการเขียนโปรแกรม เป็นต้น นั่นก็คือ การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่มีความหลากหลายจากการใช้ความสามารถขององค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายอย่างเป็นระบบ เช่น การจัดลำดับเชิงตรรกศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างสรรค์วิธีแก้ปัญหาไปทีละขั้นตอน หรือเรียกว่าอัลกอริทึม รวมทั้งการแยกย่อยปัญหาที่ช่วยให้รับมือกับปัญหาที่ซับซ้อนหรือมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดได้ สิ่งที่สำคัญของการคิดเชิงคำนวณ คือ ความสามารถในการคิด วางแผน แก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ ที่สามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ได้ เนื่องด้วยปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงไม่สามารถใช้ศาสตร์ใดศาสตร์หนึ่งในการแก้ไขปัญหาก็ได้ จำเป็นต้องบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ร่วมกับการใช้ความสามารถในการแก้ไขปัญหอย่างเป็นระบบในการแก้ไข โดยอาศัยเทคโนโลยีเป็นตัวช่วยอำนวยความสะดวก การคิดเชิงคำนวณมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ด้าน ประกอบไปด้วย 1) การแยกย่อยปัญหา 2) การจดจำรูปแบบ 3) การคิดเชิงนามธรรม และ 4) การออกแบบอัลกอริทึม ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้จึงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบเหล่านี้ เพื่อให้ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 มีพื้นฐานที่เพียงพอต่อการแก้ไขปัญหในชีวิตจริง นำไปสู่การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม จนสามารถพัฒนาเป็นนวัตกรรมที่สามารถขับเคลื่อนประเทศต่อไปได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีการคิดเชิงคำนวณจึงเป็นแนวคิดที่สำคัญและมีความจำเป็นอย่างสูงต่อผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (J. M. Wing, 2010; บุญญพนธ์ และ พนมพร, 2559) ซึ่งการที่จะส่งเสริมความสามารถนี้ได้นั้น ผู้สอนจำเป็นต้องจัดกิจกรรมที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาความสามารถเฉพาะนี้ให้กับผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ

การจัดการเรียนรู้ในการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณที่ได้รับการยอมรับจากนักการศึกษานั้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) การจัดกิจกรรม Unplugged คือ กิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจความคุ้นเคยกับหลักการทำงานของโปรแกรม การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น ผ่านการลงมือปฏิบัติ

ประกอบกับเล่น เรียนรู้ การลองผิดลองถูก การเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ทางด้านคอมพิวเตอร์ในการเรียนรู้ กิจกรรมนี้จะช่วยให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้ในทางอ้อม และหากใช้ควบคู่กับการเรียนรู้เรื่องการคิดเชิงคำนวณจะสามารถทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ผู้เรียนจะได้รับการเรียนรู้ที่มากกว่าความรู้เรื่องการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Fukuoka, 2015; Rodriguez, Kennicutt, Rader, และ Camp, 2017) และ 2) กิจกรรมแบบ Plugged คือ กิจกรรมที่ใช้คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ในการเรียนรู้ ซึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมและเป็นที่ยอมรับในการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ คือ การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของโปรแกรมเชิงจินตภาพ เนื่องจากผู้เรียนจะได้ฝึกการออกแบบโปรแกรมอย่างเป็นขั้นตอน เรียนรู้ภาษาในการเขียนโปรแกรมที่มีความแตกต่างกัน มีการจัดลำดับความคิด การคิดเชิงตรรกะ ตลอดจนนำไปสู่การออกแบบอัลกอริทึมในการทำงาน การเรียนรู้ในลักษณะนี้ถือเป็นการเริ่มต้นการทำความเข้าใจในหลักการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น ด้วยเพราะเป็นการเรียนรู้ภาษาที่เข้าใจง่ายและไม่ซับซ้อน สอดคล้องกับ (บัญญัติ และ พนมพร, 2559) ที่กล่าวว่า ข้อดีของการเขียนโปรแกรมเชิงจินตภาพนั้นคือการลดขั้นตอนที่ซับซ้อนในการพัฒนาโปรแกรม หรือโครงการ มีการประยุกต์ใช้งานได้กับผู้ใช้งานทุกระดับผ่านการแปลผลด้านตรรกศาสตร์เชิงสัญลักษณ์ และลดการจดจำคำสั่งที่มีความแตกต่างในภาษาโปรแกรม แต่กลับให้ความเข้าใจในเรื่องโครงสร้างของภาษาโปรแกรมได้ดีกว่าการเขียนโปรแกรมในรูปแบบอักษร จากการศึกษาพบว่าการเขียนโปรแกรมเชิงจินตภาพนั้นถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ และวิธีการสอนที่มีความน่าสนใจคือ การประยุกต์ใช้โปรแกรมจินตภาพกับการจัดกิจกรรมด้วยชุดหุ่นยนต์ (Robotics) เพื่อช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ เนื่องจากการจัดกิจกรรมด้วยชุดหุ่นยนต์นั้นเป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โครงสร้าง หลักการทำงาน การออกแบบโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ จึงทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหายังเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรม เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดแก้ปัญหา รวมถึงการพัฒนาคิดเชิงคำนวณด้วยเช่นกัน (Chambers Carbonaro และ Murray 2008; Yada, Zhou Mayfield, Hambrusch และ Korb, 2011) เนื่องจากมีข้อดีที่สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการแก้ไขปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ

ชุดหุ่นยนต์ (Robotics) ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อมที่จัดขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาการทางด้านความคิดขั้นสูง เกิดทักษะการคิดแก้ปัญหา มีผลเชิงบวกต่อการพัฒนาความคิดในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา เช่นเดียวกันกับการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม นอกจากนี้การเรียนรู้ด้วย Robotics สามารถช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนที่มีลักษณะเป็นผู้เรียนเชิงรับกลายเป็นผู้เรียนเชิงรุก (Active Learner) และมีพัฒนาการทางสมอง ทางความคิด ทำให้ผู้เรียนพัฒนาจากการเป็นนักศึกษาค้นคว้าข้อมูล ไปสู่การเป็นนักนวัตกรรม (Innovator) ได้ ทั้งนี้ กิจกรรมการเรียนรู้ด้วย Robotics ช่วยสะท้อนหนทางของการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ และช่วยเน้นในเรื่องของการเชื่อมโยงการแก้ปัญหาทางนามธรรมในบริบทของโลกแห่งความจริงได้ ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์อันเป็นหนทางที่จะนำไปสู่การสร้าง ความหมายทางการเรียนรู้ที่ครอบคลุมมากขึ้น วิทยาการหุ่นยนต์สามารถสร้างบริบทที่แท้จริง สำหรับการเรียนรู้และนำเสนอทักษะการรู้เท่าทันเทคโนโลยีที่จำเป็นในโลกสมัยใหม่ได้ นอกจากนี้การใช้ Robotics ในการจัดการเรียนการสอนเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาการ คิดเชิงคำนวณ เนื่องจากผู้เรียนเรียนได้ลงมือปฏิบัติเรื่องการลำดับขั้นตอนของการเขียน โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ (Alimisis, 2009; Castledine, 2011; Atmatzidou และ Demetriadis, 2014; Chalmers, 2018)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบปัญหาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดหุ่นยนต์ (Robotics) โดยส่วนใหญ่มีการศึกษาถึงผลการใช้งานสื่อที่มีความหลากหลายในการจัดการเรียนรู้ แต่ยังมีช่องว่างในเรื่องของการจัดกระบวนการ ขั้นตอน หลักการทฤษฎีที่ใช้ในการสอน เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนในการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ ขาดความหลากหลายในการ ประเมินผู้เรียน ไม่มีแบบแผนที่ชัดเจนในการจัดการเรียนรู้ ไม่สามารถอ้างอิงรูปแบบการจัดการ เรียนรู้เพื่อไปใช้ในการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณในบริบทอื่นได้ อีกทั้งยังมีข้อคิดเห็นในงานวิจัยให้ มีการจัดทำกระบวนการ หรือแนวทางในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ หลักการประเมิน การเพิ่ม แผนงานของการจัดการเรียนรู้ การออกแบบ พัฒนาแนวทางที่ผู้สอนจะสามารถบรรลุประสบการณ์ หลักการ แนวคิดที่เกิดขึ้นในโลกของความเป็นจริง ลงในหลักสูตรการใช้ชุดหุ่นยนต์ที่กำหนดขึ้นใน การเรียนการสอน เนื่องจากปัจจุบันยังขาดการบูรณาการกับการใช้กระบวนการจัดการเรียนการ สอนที่ถูกออกแบบมาให้สอดคล้องกับการใช้ชุดหุ่นยนต์ (Castledine, 2011; Atmatzidou และ

Demetriadis, 2014) การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมหุ่นยนต์ (Robotics) ให้มีประสิทธิภาพนั้น จึงจำเป็นต้องอาศัยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับบริบทของทักษะ กิจกรรม มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียน โดยอาศัยหลักการ แนวคิดที่นิยมใช้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณนั้นมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน เช่น การแก้ไขปัญหา การพิชิตภารกิจ การออกแบบวิธีแก้ปัญหา การแสดงขั้นตอนการแก้ไขปัญหา เป็นต้น

ในปัจจุบันได้มีการนำแนวคิด วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายในการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ ส่วนใหญ่นั้นพบว่าการนำวิธีการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based-Learning) และ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based-Learning) มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้มากที่สุด (Castledine, 2011; Atmatzidou และ Demetriadis, 2014; Pinto-Llorente, Martín González และ García-Peñalvo 2016) ซึ่งทั้งสองวิธีล้วนเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องของความเหมาะสมของระดับช่วงวัยของผู้เรียน ประเภทสื่อที่นำไปใช้ และรูปแบบของการจัดกิจกรรม ซึ่งวิธีการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับบริบทของการคิดเชิงคำนวณ และมีความน่าสนใจ ทำลายต่อการศึกษานั้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Project Based-Learning) เนื่องจากจัดเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาจากการทำงานเป็นทีม และไม่ต้องอาศัยภูมิความรู้เดิมระดับสูงเมื่อเทียบกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based-Learning) นั้น เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งแก้ปัญหา มีขั้นตอนการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น มีรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีการสร้างความรู้ขึ้นใหม่จากปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้ผู้เรียนนั้นเกิดทักษะการคิดในหลากหลายรูปแบบจากการมุ่งแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งได้รับความรู้ในศาสตร์ที่ศึกษาไปพร้อม ๆ กัน และนอกจากนั้นยังเป็นวิธีที่ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการทำงานเป็นทีม ร่วมกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เกิดวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายและสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนาความสามารถที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ผู้สอนจะใช้ปัญหาในชีวิตประจำวันกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการคิด จนกระทั่งผู้เรียนเกิดการค้นคว้าข้อมูลและนำข้อมูลไปแก้ปัญหา นำไปสู่การเกิดความรู้ด้วยตนเอง โดยปัญหาที่ใช้อาจจะใช้การเรียนรู้จากสถานการณ์จริงหรือการจำลองก็ได้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา

เป็นฐานจะสามารถร่วมพัฒนาการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมโดยใช้ Robotics เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณได้ เพราะมีรูปแบบการเรียนรู้ที่เอื้ออำนวยต่อการค้นคว้า ระดมความคิด มุ่งเน้นที่กระบวนการแก้ปัญหา นอกจากนั้นสิ่งที่แตกต่างไปคือมีการนำเสนอวิธีการ หรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนนั้นได้สะท้อนความคิดจากการเรียนรู้ที่ถูกจัดขึ้นด้วยตนเองได้ (นนทกร, 2559; ไพศาล, 2558) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based-Learning) จึงเป็นแนวคิดที่มีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ร่วมกับกิจกรรม Robotics เพื่อใช้ในการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน ซึ่งต้องอาศัยหน่วยงานหรือสถานศึกษาที่มีความพร้อมในการศึกษาการใช้ เนื่องจากชุดหุ่นยนต์เป็นสื่อที่มีมูลค่าค่อนข้างสูง และต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญในการถ่ายทอดการเรียนรู้สู่ผู้เรียน รวมถึงสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยในการจัดกิจกรรม

ปัจจุบันโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) เป็นสถาบันการศึกษาที่มีความมุ่งมั่นในการเป็นต้นแบบของการจัดการศึกษา สู่มาตรฐานระดับสากล ส่งเสริมการวิจัยทางการศึกษาที่มีคุณภาพ มีการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ส่งเสริมการสร้างคู่มืออาชีพ มีความพร้อมในด้านของบุคลากรที่มีคุณภาพ ด้านสื่อและเทคโนโลยีที่มีความหลากหลาย ทันสมัย เหมาะสำหรับการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางการศึกษา และการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เป็นต้นแบบ มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าสร้างสรรค์ กล้าแสดงออกอย่างมีวัฒนธรรม ซึ่งเป็นอัตลักษณ์สำคัญของผู้เรียน ด้านโครงสร้างของหลักสูตรมีการพัฒนาความรู้ ความสามารถของผู้เรียนเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 2 บูรณาการเรียนการสอน โดยเน้นการสร้างทักษะพื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 - 4 เน้นการพัฒนาทักษะพื้นฐานและการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ และชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 - 6 เป็นการนำทักษะพื้นฐานไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ยังได้มุ่งเน้นในเรื่องการสร้างสรรค์นวัตกรรมของผู้เรียน ซึ่งการคิดเชิงคำนวณถือเป็นแนวคิดหนึ่งที่ส่งเสริมผู้เรียนสามารถพัฒนาในเรื่องของการคิดแก้ไขปัญหา รวมถึงเป็นการเสริมสร้างพื้นฐานของการสร้างสรรค์นวัตกรรมที่เป็นการประยุกต์ใช้ทักษะและองค์ความรู้ของผู้เรียน รายวิชาวิทยาการคำนวณได้มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมที่หลากหลายรวมถึงการใช้ Robotics เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ แต่ยังไม่มีความเป็นแบบแผน หรือรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณโดยเฉพาะ ยังไม่มีการวัดประเมินรายด้านของการคิดเชิงคำนวณ

ของผู้เรียนอย่างชัดเจน ประกอบกับความต้องการในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณผ่านการใช้ Robotics

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงให้ความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ให้มีคุณภาพ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ มีแบบแผน ลำดับขั้นตอนในการพัฒนาที่ชัดเจน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการคิดเชิงคำนวณที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานวัตกรรมในอนาคต

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)
2. เพื่อศึกษาดูการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

ความสำคัญของงานวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาการคำนวณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ในระดับชั้นต่าง ๆ ซึ่งสามารถช่วยให้เกิดการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณแก่ผู้เรียนในทุกะดับชั้น นอกจากนั้นกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ นี้ ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนของตนเอง เพื่อช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการคิดเชิงคำนวณ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนได้ ผู้เรียนในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ทุกะดับชั้นจะเกิดการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนด้วยตนเอง

2. ผู้เรียนที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาการคำนวณ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) มีผลของการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน หากนำกระบวนการจัดการเรียนรู้ นี้ไปใช้จะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถคิดแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนด้วยตนเองได้ เมื่อถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จะช่วยให้ผู้เรียนมีการคิดแก้ปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบ สร้างสรรค์ ผลงานของตนเอง สามารถแก้ปัญหาในระดับที่สูงขึ้น จากการพัฒนาพื้นฐานด้านการคิดเชิงคำนวณผ่านการเรียนรู้จากกระบวนการนี้

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) จะเป็นทางเลือกในการออกแบบการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาอื่นของประเทศไทยได้ในอนาคต ซึ่งครูผู้สอนที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการคิดเชิงคำนวณ การคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน สามารถนำกระบวนการจัดการเรียนรู้นี้มาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนของตนเอง ส่งเสริมผู้เรียนให้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็น เมื่อทุกระดับชั้นได้รับการส่งเสริมอย่างต่อเนื่องจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองเกิดการคิดสร้างสรรค์ผลงาน เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพกับยุคที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมได้

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) โดยกำหนดขอบเขต ดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ทั้งหมด 8 ห้อง จำนวน 240 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้วิธีการจับฉลากและใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics รายวิชาวิทยาการคำนวณ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หน่วยที่ 4 เรื่องการคิดเชิงคำนวณ มีเนื้อหาคือ 1.การแยกย่อยปัญหา 2.การจัดจํารูปแบบ 3.การระบุส่วนสําคัญของ และ 4.การออกแบบอัลกอริทึม

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

2. แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3.1 แบบประเมินชิ้นงาน

3.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรม

4. แบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

5. แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

6. แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

สมมติฐานการวิจัย

1. การคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกัน

2. ผลการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) โดยรวมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การคิดเชิงคำนวณ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนตามองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ 4 ประเภท ประกอบไปด้วย

- 1) การแยกย่อยปัญหา คือ วิธีการทำงานที่แบ่งแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อช่วยให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น
- 2) การจัดจำรูปแบบ คือ วิธีการทำงานที่นำส่วนที่มีความเหมือนหรือคล้ายคลึงกันมาแก้ปัญหา
- 3) การระบุส่วนสำคัญของปัญหา คือ การมุ่งแก้ปัญหาหลักที่สำคัญและแยกส่วน

ที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป และ 4) การออกแบบอัลกอริทึม คือ การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้เครื่องมือในการประเมิน คือ แบบวัดการคิดเชิงคำนวณแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 16 ข้อ แบบประเมินชิ้นงาน และแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกิจกรรมจากแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ

2. กิจกรรม Robotics หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นโดยการใช้ชุดหุ่นยนต์ Lego Education WeDo 2.0 เป็นสื่อในการแก้ไขปัญหาจากการจัดการเรียนรู้ แบ่งประเภทการจัดกิจกรรมออกเป็น 2 ประเภท คือ 1.กิจกรรมประเภท Un-plugged เป็นการทำกิจกรรมโดยใช้ชิ้นส่วนของหุ่นยนต์เป็นสื่อ เช่น การจำแนกและจัดเก็บชิ้นส่วนเป็นหมวดหมู่ การประกอบหุ่นยนต์ เป็นต้น เพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนในเรื่องของพื้นฐานการคิดและการทำความเข้าใจกับชุดหุ่นยนต์ 2. กิจกรรมประเภท Plugged เป็นทำกิจกรรมการเขียนโปรแกรม โดยการออกแบบอัลกอริทึมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยซอฟต์แวร์ WeDo 2.0 และแสดงผลผ่านการทำงานของหุ่นยนต์ เพื่อเป็นการแสดงผลลัพธ์การแก้ไขปัญหาของผู้เรียน

3. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นตัวช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการศึกษาและสังเคราะห์ (Lawlor, 2014; CHENG และ Xiang, 2016; ณัฐกร, 2553; ไพศาล, 2558; สิริวัฒน์, 2560) เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ ทั้งหมด 7 ขั้นตอน คือ 1) การเผชิญปัญหา 2) การทำความเข้าใจปัญหา 3) การแบ่งกลุ่ม 4) การระดมความคิด 5) การแก้ปัญหาร่วมกัน 6) การทดสอบการแก้ปัญหา 7) การนำเสนอการแก้ปัญหา

4. กิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนด้วยสื่อประเภทชุดหุ่นยนต์ Lego Education WeDo 2.0 และใช้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผ่านการสังเคราะห์ 7 ขั้นตอน ในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 กิจกรรม ดังนี้ 1) เจ้าปัญหาและเจ้าปัญญา 2) กิจกรรมนายช่างตัวน้อย 3) กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 1 4) กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 2 5) กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 1 6) กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 2

5. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ขั้นตอนการปฏิบัติของการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมาย ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ มีขั้นตอนการพัฒนา

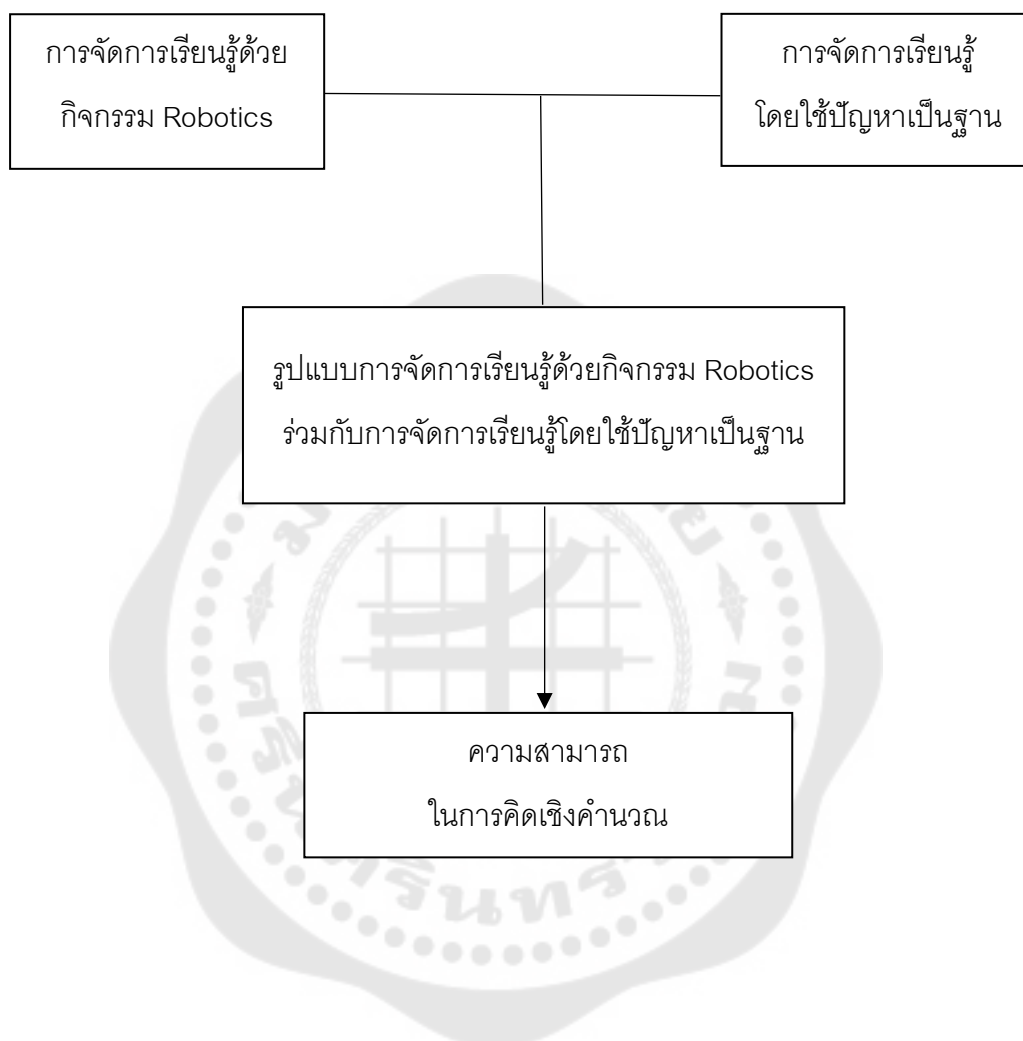
รูปแบบ ที่ผ่านการสังเคราะห์ (Joyce, 1996; รัฐกรณ คิตการ, 2551; อังสุรีย์ พันธุ์แก้ว, 2558 ; ศศิธร ศรีวงษ์ญาติดี, 2560) ทั้งหมด 6 ขั้นตอน คือ 1) กำหนดจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) ศึกษา วิเคราะห์ ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน 3) กำหนดกระบวนการจัดการเรียนรู้ 4) กำหนดแนวทางของการนำไปใช้ 5) ประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ 6) ปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้

6. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 4 กระบวนการ เพื่อให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ คือ 1) การวิเคราะห์ปัญหา 2) การออกแบบและแก้ไขปัญหา 3) การตรวจสอบปัญหา และ 4) การนำเสนอการแก้ปัญหา ที่พัฒนาขึ้นจากการศึกษาข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ แนวคิดทฤษฎีที่การประเมินความเหมาะสมและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดเชิงคำนวณ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย Robotics ทั้งหมด 6 กิจกรรม คือ 1) เจ้าปัญหาและเจ้าปัญญา 2) กิจกรรมนายช่างตัวน้อย 3) กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 1 4) กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 2 5) กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 1 6) กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 2 ใช้ร่วมกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผ่านการสังเคราะห์ (Lawlor. 2014; Cheng, 2016; ญัฐกร สงคราม, 2553; ไพศาล สุวรรณน้อย, 2558; สิริวัฒน์ อายุวัฒน์, 2560;) เพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 กระบวนการ คือ 1) การวิเคราะห์ปัญหา 2) การออกแบบและแก้ไขปัญหา 3) การตรวจสอบปัญหา และ 4) การนำเสนอการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเรื่องรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีเนื้อหาที่ครอบคลุมกับหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดหุ่นยนต์ (Robotics)
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ

1.1 ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)

บัญญัติ และ พนมพร (2559) ได้ให้ความหมายของ Computational thinking ว่าเป็นการคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ เป็นแนวคิดที่สำคัญและมีความจำเป็นต่อผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เป็นสิ่งที่ต้องใช้ทักษะและเทคนิคในการแก้ปัญหา เช่น นักพัฒนาซอฟต์แวร์ และวิศวกรคอมพิวเตอร์ ใช้ทักษะนี้ในการแก้ปัญหการทำงาน

ศุภวัต ทรัพย์เกิด (2559) ได้ให้ความหมายของ Computational thinking ว่าเป็นกระบวนการคิดแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่อย่างเป็นระบบ ผ่านการหาความสัมพันธ์ของปัญหา เพื่อให้ผู้แก้ปัญหาสามารถติดตามการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เรืองรอง, แก้วอุไร, นาม่วงอ่อน, ช้างขวัญยืน, และ เต็งคิว (2561) ได้ให้ความหมายของ Computational thinking ว่าเป็นกระบวนการคิดที่ต้องใช้ทักษะและเทคนิคเพื่อแก้ไขปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนและวิธีการแก้ไขปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหานั้นจะต้องถูกนำเสนอในรูปแบบที่ผู้แก้ปัญหาสามารถปฏิบัติตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถนำแนวคิดที่มีลำดับขั้นตอนไปใช้ในการแก้ปัญหาจากข้อมูลที่มีอยู่จำนวนมาก และสามารถหาเหตุผลจากฐานข้อมูลได้

Jeannette M Wing (2006) ได้ให้ความหมายของ Computational thinking ว่าเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การออกแบบระบบ การทำความเข้าใจในพฤติกรรมของมนุษย์ โดยใช้แนวคิดพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ และการคำนวณ รวมไปถึงการใช้เครื่องมือทางวิทยาการคำนวณ เพื่อนำไปสู่การออกแบบวิธีแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งวิธีการแก้ไข

ปัญหานั้นไม่เพียงแต่จะสามารถใช้แก้ปัญหาได้ แต่ยังรวมไปถึงการออกแบบวิธีแก้ปัญหาที่สะดวก มีประสิทธิภาพและมีความสวยงาม

Jeannette M Wing (2008) ได้ให้ความหมายของ Computational thinking ว่าเป็น การคิดเชิงวิเคราะห์ที่เป็นการแบ่งปันระหว่าง การคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่มุ่งหาวิธีแก้ไขปัญห กับการคิดเชิงวิศวกรรมในการออกแบบและพัฒนาระบบบนพื้นฐานข้อจำกัดของโลกความเป็นจริง และรวมไปถึงการผสมผสานระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

Barr, Harrison, และ Conery (2011) ได้ให้ความหมายของ Computational thinking ว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่มีการกำหนดปัญหาและการแก้ไขปัญหโดยอาศัย คอมพิวเตอร์ หรือเครื่องมืออื่น ๆ เพื่อช่วยในการแก้ไข โดยข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้นจะต้อง ถูกจัดระเบียบ วิเคราะห์ อย่างมีเหตุผล มีชุดขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือ อัลกอริทึมในการแก้ไข ปัญหา ซึ่งผลของการแก้ไขปัญหานั้นสามารถที่จะนำไปอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาค่อยคลึงกันได้

Cuny, Snyder, และ Wing (2010) ได้ให้ความหมายของ Computational thinking ว่าเป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดปัญหาและแนวทางของการแก้ไขปัญห ซึ่งแสดงออกในรูปแบบของผลการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ โดยมีรูปแบบ แผน ในการ ประมวลผลข้อมูลนั้น ๆ

The International Society for Technology in Education (2011) ให้ความหมาย ของ Computational thinking ว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ไม่จำเพาะเจาะจง โดยมีการ กำหนดปัญหา จัดระเบียบข้อมูล วิเคราะห์และจำลองรูปแบบการแก้ไขปัญหผ่านอัลกอริทึม เพื่อเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการแก้ไข ปัญหา

Community Computing at School (2014) ได้ให้ความหมายของ Computational thinking ว่าเป็นการพิจารณาปัญหาโดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวอำนวยความสะดวกในการแก้ไข ปัญหา การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) จะช่วยในการอธิบายแนวคิดในการ แก้ไขปัญหาที่คอมพิวเตอร์สามารถแก้ได้ โดยที่มนุษย์เป็นผู้คิดค้นกระบวนการแก้ปัญหา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของ การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) ว่าหมายถึง ความสามารถในการคิด ออกแบบ วางแผน แนวทางการแก้ไขปัญหาย่อยอย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน เรียกว่า อัลกอริทึม ซึ่งไม่ได้มุ่งเน้นที่เพียงการแก้ปัญหาด้านคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่มีจุดประสงค์ หลักคือการมุ่งเน้นแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเป็นตัวช่วย

ในการจำลองสถานการณ์ สภาพแวดล้อม และช่วยอำนวยความสะดวกในการแก้ไขปัญหา และได้นำแนวคิดนี้มาใช้เป็นแกนหลักในการกำหนดวัตถุประสงค์ การจัดกิจกรรม และการประเมินผล ในการส่งเสริมความสามารถนี้ผ่านการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียน เกิดความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

1.2 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)

บัญญัติ และ พนมพร (2559) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ ออกเป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. Decomposition การวิเคราะห์ปัญหาเชิงลึกในส่วนประกอบต่าง ๆ ของปัญหา เพื่อศึกษาความซับซ้อนของผลลัพธ์หรือปัญหา แยกแยะเพื่อนำไปสู่ส่วนประกอบย่อยของปัญหา เพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น

2. Pattern Recognition การมองหารูปแบบของปัญหาที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันเพื่อนำมาประเมินสถานการณ์ของปัญหา

3. Generalization และ Abstraction การมองภาพรวมของปัญหาเพื่อยามสิ่งที่เป็นรายละเอียดย่อย

4. Algorithm Design การออกแบบการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณเป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. Decomposition การแบ่งกลุ่มปัญหาหรืองานให้เป็นขนาดย่อย คือ การแบ่งปัญหาที่มีขนาดใหญ่ ให้กลายเป็นปัญหขนาดย่อย เพื่อเป็นการมุ่งเน้นในการจัดการปัญหาได้สะดวกและง่ายขึ้นกว่าเดิม

2. Pattern Recognition การพิจารณารูปแบบของปัญหา คือ การพิจารณาลักษณะของปัญหา หรือแนวโน้มของปัญหา ที่มีความเหมือน คล้ายคลึงกัน หรือเป็นส่วนที่เคยเกิดขึ้นมาก่อน มาใช้ในการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน และสามารถพิจารณาส่วนที่คล้ายคลึงกันเป็นปัจจัยในการแก้ปัญหา

3. Abstraction การพิจารณาความสำคัญของปัญหา คือ การแยกแยะส่วนที่สำคัญของปัญหาออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ หรือ ส่วนที่ไม่ใช่ประเด็นหลักของการจัดการปัญหาออกจากส่วนของปัญหาหลัก

4. Algorithm Design การออกแบบอัลกอริทึม คือ การออกแบบขั้นตอนการทำงาน ขั้นตอนการแก้ไขปัญหา โดยที่มีลำดับขั้นตอนที่มีความชัดเจน มีประสิทธิภาพที่คอมพิวเตอร์นั้นสามารถปฏิบัติตามได้

Atmatzidou และ Demetriadis (2014) ได้แบ่งประเภทและอธิบายถึงแนวทางในการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ นอกจากนั้นยังกล่าวไว้ว่า ในการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณนั้น จำเป็นต้องสร้างรูปแบบของการคิดเชิงคำนวณซึ่งนำไปสู่การจำแนกการวัดประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ ดังนี้

ตาราง 1 การคิดเชิงคำนวณ คำอธิบายทักษะ และคำแนะนำในการพัฒนาทักษะตามแนวคิดของ Atmatzidou

การคิดเชิงคำนวณ	คำอธิบายทักษะ	คำแนะนำในการพัฒนาทักษะ
การคิดเชิงนามธรรม	การระบุประเด็นปัญหาให้ชัดเจน เพื่อการแยกปัญหาและองค์ประกอบ ที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากกัน	1. แยกข้อมูลที่สำคัญออกจากข้อมูลที่ซับซ้อน 2. วิเคราะห์และระบุการทำงานของโปรแกรมที่แตกต่างกัน 3. จำแนกการใช้งานโปรแกรมที่แตกต่างกันกับสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมของปัญหา

การคิดเชิงคำนวณ	คำอธิบายทักษะ	คำแนะนำในการพัฒนาทักษะ
การจัดกระทำสิ่งที่คล้ายคลึงกัน	กระบวนการหรือแนวทางในการคิด แก้ไขปัญหาที่นำไปสู่การแก้ปัญหาที่มีความหลากหลาย	1. ขยายประเด็นปัญหาให้กว้างขึ้น เพื่อให้ครอบคลุมปัญหาอื่น ๆ 2. กำหนดตัวแปรในการแก้ปัญหา
อัลกอริทึม	การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน	1. ความชัดเจนของขั้นตอนการแก้ปัญหา 2. ความหลากหลายของการแก้ไขปัญหอย่างเป็นขั้นตอน 3. ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของขั้นตอนการแก้ปัญหา
การออกแบบโมดูล	การพัฒนากระบวนการทำงานของโปรแกรมให้ทำงานอัตโนมัติ โดยประกอบด้วยคำสั่งต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่เหมือนหรือแตกต่างกัน	ออกแบบโปรแกรมในการแก้ปัญหาที่เหมือนหรือแตกต่างกัน

Community computing at School (2014) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณเป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. Logical Reasoning การคิดเชิงตรรกะ คือ การคิดให้เหตุผลในข้อปัญหา เป็นการฝึกการคิดโดยใช้เหตุผลประกอบในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น ทำไมถึงเกิดเหตุการณ์นี้ เป็นต้น

2. Algorithm อัลกอริทึม คือ วิธีการ แนวทาง ชุดคำสั่ง หรือ ลำดับการคิด ที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายให้สำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยลำดับการคิดนี้ไม่จำเป็นที่จะใช้ในบทเรียนเรื่องการคำนวณเสมอไป ยังสามารถใช้ในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ เช่น การคิดเรื่องวิธีการเดินทางมาโรงเรียนอย่างไรให้ใกล้ที่สุด เป็นต้น

3. Decomposition การแยกย่อยปัญหา คือ การพิจารณาและแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ ทำให้สามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้ง่ายขึ้น เนื่องจากการลดความซับซ้อนของปัญหาผ่านการแยกองค์ประกอบออกเป็นส่วนย่อย ๆ

4. Abstraction การคิดเชิงนามธรรม คือ การระบุความสำคัญเพื่อมุ่งเน้นในการแก้ไขปัญหและนำสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากกระบวนการคิด เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหา

5. Pattern Recognition การจดจำเป็นรูปแบบ คือ การระบุสิ่งที่มีความคล้ายคลึงกันเพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหให้ง่ายขึ้น ผ่านการทำซ้ำ หรือ การค้นหาสิ่งที่มีความซ้ำหรือคล้ายกัน

Curzon Dorling Ng Selby และ Woollard (2014) ได้ตีพิมพ์ผลการศึกษาน่าสนใจเกี่ยวกับนิยามของการคิดเชิงคำนวณโดยพิจารณาจากฉันทามติระหว่างสื่อสิ่งพิมพ์ 39 ฉบับ ซึ่งได้สรุปแนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณได้ 7 องค์ประกอบดังนี้

1. กระบวนการคิด คือ การคิดในการแก้ไขปัญหา โดยมุ่งเน้นในเรื่องการหาทางแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

2. การคิดเชิงนามธรรม คือ การคิดระบุปัญหาให้มีความชัดเจนขึ้นโดยการแยกส่วนประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องของปัญหานั้นเพื่อลดความซับซ้อนของปัญหา และมุ่งเน้นไปที่ประเด็นปัญหาที่มีความสำคัญ

3. การแยกย่อยปัญหา คือ การแบ่งปัญหออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลายส่วน เพื่อที่จะจัดการกับปัญหาได้อย่างเป็นระบบ รวดเร็ว และง่ายขึ้น

4. การออกแบบอัลกอริทึม คือ การออกแบบวิธีแก้ปัญหของบุคคลอย่างเป็นขั้นตอน เป็นระบบที่ชัดเจน และสามารถใช้ขั้นตอนในการแก้ไขปัญหในการคาดการณ์และจำลองรูปแบบของผลลัพธ์ได้อย่างแม่นยำ

5. การประเมินผล คือ การประเมินผลสามารถบ่งบอกได้ถึงผลของการแก้ไขปัญห โดยสามารถทำให้บุคคลทราบถึงวิธีแก้ปัญหและเลือกใช้วิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดได้

6. การคิดเชิงตรรกะ คือ การคิดหลากหลายรูปแบบที่นำไปสู่การแก้ปัญหได้อย่างครอบคลุม หลากหลายรูปแบบ หรือแก้ปัญหได้ตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

7. การออกแบบโปรแกรมอัตโนมัติ คือ การออกแบบวิธีแก้ปัญหในรูปแบบของโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ที่จะช่วยแก้ปัญหที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้อย่างแม่นยำโดยการประมวลผลจากขั้นอัลกอริทึมที่ถูกออกแบบขึ้น

Chen et al. (2017) ได้กำหนดองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณไว้ 5 องค์ประกอบ เรียกว่า SDARE ดังนี้

1. Syntax (S) คือ การกำหนดปัญหาและการแก้ปัญหโดยใช้ Syntax ที่เครื่องรู้จัก

2. Data (D) คือ การจัดระเบียบและวิเคราะห์ข้อมูล
3. Algorithms (A) คือ แนวคิดและการสร้างวิธีแก้ปัญหาผ่านอัลกอริทึม (ชุดคำสั่ง)
4. Representing (R) คือ การนำเสนอปัญหาและแนวทางแก้ไขผ่านแบบจำลอง
5. Efficient Effective (E) คือ การสร้างแก้ไขและประเมินผลวิธีแก้ปัญหาโดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดการผสมผสานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดของขั้นตอนและทรัพยากร

ตาราง 2 การสังเคราะห์องค์ประกอบความคิดเชิงคำนวณ

	การแยกย่อยปัญหา	การจัดรูปแบบ	การคิดเชิงนามธรรม	การออกแบบอัลกอริทึม	การคิดเชิงตรรกะ	การประเมินผลการแก้ปัญหา	การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	การวิเคราะห์ข้อมูล	การออกแบบโปรแกรม	การจัดกระทำสิ่งที่คล้ายกัน
บุญญพนธ์ และ พนมพร (2559)	√	√	√	√						
สสวท. (2561)	√	√	√	√						
Atmatzidou (2014)	√		√	√					√	√
Community computing at school (2014)	√	√	√	√						
Curzon Selby, และ Woollard (2014)	√		√	√	√	√	√		√	
Chen et al.(2017)				√		√	√	√	√	

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณนั้น ถูกจำแนกไว้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแปรและชนิดของงานวิจัยนั้น แต่ก็ยังมีองค์ประกอบที่มีความซ้ำซ้อนและคล้ายคลึงกันอยู่มาก จากข้อมูลนี้ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) ให้มีความเหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน การจัดการเรียนการสอน และจุดมุ่งหมายของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒไว้ ดังนี้ 1.การคิดแยกย่อยปัญหา (Decomposition) คือ การแยกส่วนประกอบของปัญหาที่มีความ

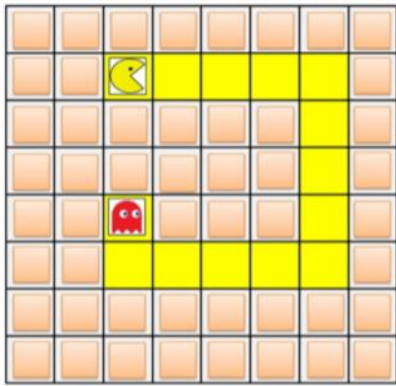
แตกต่างกัน ออกจากกัน ให้ง่ายต่อการคิดแก้ปัญหา 2.การจัดจำรูปแบบ(Pattern Recognition) คือ การนำส่วนประกอบของปัญหาที่มีความซ้ำ หรือคล้ายคลึงกัน มาช่วยในการแก้ไขปัญหา 3.การระบุสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) คือ การระบุความสำคัญของปัญหาโดยการแยกส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากส่วนสำคัญของปัญหา 4.การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การออกแบบขั้นตอนของการแก้ไขปัญหา เป็นรูปแบบ ขั้นตอน คำสั่ง ที่มีความชัดเจน สามารถแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น และนำไปสู่ปัญหาที่มีความคล้ายคลึงกันได้ จากการสังเคราะห์นี้ผู้วิจัยได้นำไปใช้ในการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เนื่องจากองค์ประกอบที่ผ่านการสังเคราะห์นี้สามารถช่วยพัฒนาผู้เรียนในด้านการคิดเชิงคำนวณได้ เมื่อผู้เรียนสามารถระบุปัญหาให้มีความชัดเจน (Abstraction) แยกแยะสิ่งที่มีความแตกต่างกัน (Decomposition) และนำรูปแบบ วิธีการที่มีความคล้ายคลึงกัน (Pattern Recognition) มาใช้ในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะสามารถแบ่งแยก จัดกระทำกับส่วนประกอบของปัญหาได้เป็นหมวดหมู่ ทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้นและมีความรวดเร็วยิ่งขึ้น นำไปสู่การออกแบบวิธีแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นขั้นตอน (Algorithm) ซึ่งเป็นหนทางของการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลหลักนี้ องค์ประกอบทั้ง 4 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์และเลือกใช้ จึงมีความสำคัญและถือเป็นองค์ประกอบที่ครอบคลุมกับการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งการที่จะช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนได้นั้นจำเป็นที่จะต้องอาศัยหลักการ วิธีการ หรือ รูปแบบ ที่เหมาะสมกับการพัฒนา เพราะการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) นั้นเป็นการคิดเชิงแก้ปัญหาที่มีเอกลักษณ์และองค์ประกอบเฉพาะตัว การเลือกวิธีการ หรือรวมไปถึงการจัดสภาพแวดล้อมก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญเช่นกัน

1.3 วิธีการและเครื่องมือการวัดการคิดเชิงคำนวณ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการและเครื่องมือการวัดการคิดเชิงคำนวณสามารถสรุปรายละเอียดได้ ดังนี้

การวัดการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Test) ต้องพิจารณาจากแนวคิดพื้นฐานของการคิดเชิงคำนวณ เช่น การลำดับ (Sequences) การวนลูป (Loops) เงื่อนไข (Conditionals) ฟังก์ชัน (Function) เป็นต้น ซึ่งถือเป็นการคิดเชิงตรรกะที่จะต่อยอดไปสู่การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Programming) ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้วัดการคิดเชิงคำนวณจึงต้องครอบคลุมเนื้อหาในด้านพุทธิพิสัย 4 ด้าน คือ (1) Decomposition (2) Pattern Recognition (3) Abstraction และ (4) Algorithmic design ซึ่ง โรมัน กอนซาเลซ (González, 2015) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดการคิดเชิงคำนวณจากแนวคิดพื้นฐานของการคำนวณและเนื้อหาด้านพุทธิ

พิสัยของการคิดเชิงคำนวณ ต่อมา บรัคแมน (Brackmann et al. 2017) นำมาใช้วัดการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนระดับประถมศึกษา แบบทดสอบเป็นแบบแบบเลือกตอบ (Multiple choice) 4 คำตอบ โดยข้อคำถามจะเน้นเรื่องพื้นฐานของการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างข้อคำถาม ดังภาพประกอบ 1

Which instructions take 'Pac-Man' to the ghost by the path marked out? 	Option A <pre> repeat 4 times do repeat 3 times do move forward turn right 90° move forward </pre>	Option B <pre> repeat 3 times do repeat 4 times do move forward turn right 90° move forward </pre>
	Option C <pre> repeat 3 times do repeat 4 times do move forward turn right 90° move forward </pre>	Option D <pre> repeat 4 times do move forward repeat 3 times do turn right 90° move forward </pre>

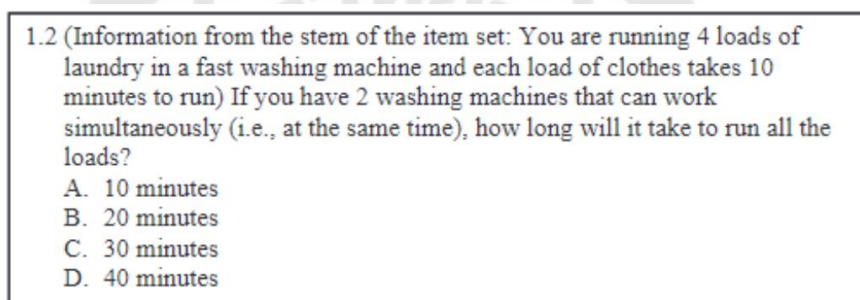
The following set of instructions is called 'my function', and draws one triangle of 50 pixels each side: <pre> Function my function repeat 3 times do move forward by 50 pixels turn left by 120 degrees </pre> The instructions below should make the artist draw the following design. Each side of each triangle measures 50 pixels. What is missing in the instructions? <pre> repeat 222 times do my function jump forward by 50 pixels </pre> 	Option A 15	Option B 5
	Option C 4	Option D 3

ภาพประกอบ 1 แสดงตัวอย่างแบบทดสอบตามแนวคิดพื้นฐานของการคิดเชิงคำนวณด้านวนลูบ (Loops) (Román-González, 2015; Brackmann et al., 2017)

de Campos et al. (2014) เลือกใช้แบบทดสอบแบบตัวเลือกในการวัดการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน โดยแบบทดสอบประกอบด้วย ข้อคำถามที่ครอบคลุมใน 3 ประเด็นหลัก คือ (1) Abstraction (2) Correlation และ (3) Codification ในการวัดการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษา

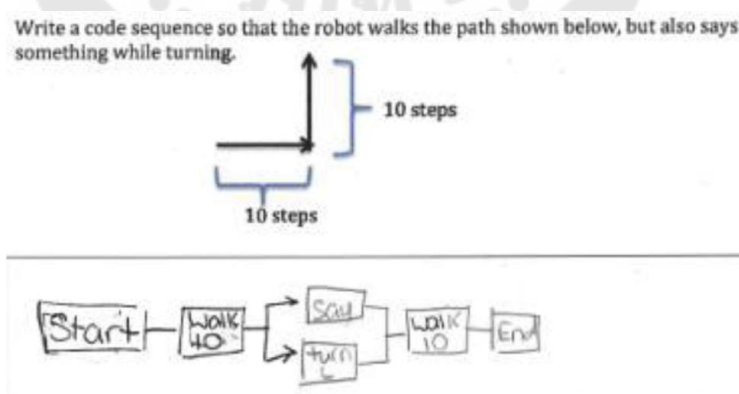
Chen et al. (2017) เลือกใช้แบบทดสอบปรนัย (Multiple choice) และแบบทดสอบแบบอัตนัย (Open-ended question) ในการวัดการคิดเชิงคำนวณ โดยแบบทดสอบ

แบบอัตโนมัติให้คะแนนผ่านรูปคลิก (Rubric score) ที่สร้างจากองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ (1) การกำหนดปัญหาและการแก้ปัญหาโดยใช้ Syntax (Syntax: S) (2) การจัดระเบียบและวิเคราะห์ข้อมูล (Data : D) (3) แนวคิดและการสร้างวิธีแก้ปัญหาผ่านอัลกอริทึม (ชุดคำสั่ง) (Algorithms : A) (4) การนำเสนอปัญหาและแนวทางแก้ไขผ่านแบบจำลองและหลักเกณฑ์ (Representing : R) และ (5) การสร้างแก้ไขและประเมินผลวิธีแก้ปัญหาโดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดการผสมผสานที่มีประสิทธิภาพสูงสุด (Efficient Effective : E) ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยแบบทดสอบจะเป็นสถานการณ์ที่สอดคล้องกับ Robotics Platforms และ Pseudo-code ที่ผู้เรียนศึกษา จากนั้นผู้สอนจะให้คะแนนจากรูปคลิกครบทั้ง 5 องค์ประกอบ ตัวอย่างแบบทดสอบแบบปรนัย (ภาพที่ 2.2) และแบบทดสอบแบบอัตโนมัติ (ภาพที่ 2.3) ในการวัดการคิดเชิงคำนวณ



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบปรนัยในการวัดการคิดเชิงคำนวณ

(Chen et al., 2017)



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบอัตโนมัติในการวัดการคิดเชิงคำนวณ

(Chen et al. 2017)

Jaipal-Jamani และ Angeli (2017) ได้เลือกใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูลการวัดการคิดเชิงคำนวณ โดยการใช้ชุดหุ่นยนต์ Lego WeDo 2.0 เป็นแบบทดสอบแบบอัตโนมัติเรื่องการ

ทำงานของโปรแกรมหรือการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์แบบ Block code กลุ่มตัวอย่างจะต้องทำแบบทดสอบภายหลังจากทดลองและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยแบบทดสอบแบบอัตนัยเรื่องการทำงานของโปรแกรมมีรายละเอียด ดังนี้

Sample Programming Worksheet for Robot 1

Student Name:-----

Date:-----

Phase 1: Learning how to program with Lego WeDo

1. Use Lego WeDo to generate the following computer program. Run the program and write in the space provided what you observe.



2. Use Lego WeDo to generate the following computer program. Run the program and change it (if needed), so that the robot makes a noise first followed by a spin to the right. Write in the space provided the new code.



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบทดสอบแบบอัตนัยในการวัดการคิดเชิงคำนวณ
(Jaipal-Jamani, 2017)

นอกจากแบบทดสอบแบบอัตนัยแล้ว Jaipal-Jamani ได้ออกแบบแบบประเมินตนเองเรื่องการเรียนรู้ตนเองในการเรียนรู้ด้วย Robotics จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่ออภิปรายผล มีรายละเอียด ดังนี้

PART B: Robotics and Coding Knowledge

- 2) Please rate how much you agree or disagree with the following statements about your Robotics and Coding knowledge.

Robotics and Coding Knowledge	Strongly disagree	Disagree	Neither Agree or Disagree	Agree	Strongly agree
A) I have sufficient knowledge about robotics for use in teaching and learning.	1	2	3	4	5
B) I have sufficient knowledge of coding as it applies to robotics.	1	2	3	4	5
C) I have sufficient knowledge of the engineering and design process as it applies to robotics.	1	2	3	4	5

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างแบบประเมินการเรียนรู้ตนเองในการเรียนรู้ด้วย Robotics
(Jaipal-Jamani, 2017)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ พบว่า มีการออกแบบแบบวัดการคิดเชิงคำนวณในหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับกิจกรรม หรือวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยสิ่งที่มีความคล้ายคลึงกันคือการนำองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณที่สังเคราะห์ขึ้น มาใช้ในการกำหนดโจทย์ให้ผู้เรียนนั้นสามารถคิดแก้ไขปัญหาที่ถูกจำลองขึ้น ไม่ว่าจะเป็นปัญหาในรูปแบบของสถานการณ์จำลองจากชีวิตประจำวัน หรือปัญหาจำลองในรูปแบบของการเขียนโปรแกรมเชิงจินตภาพ ประเภทของแบบวัดนั้นมีทั้งประเภทปรนัยและอัตนัย โดยส่วนใหญ่แบบวัดประเภทอัตนัยจะถูกใช้กับผู้เรียนในวัยที่สามารถอ่านและเขียนได้คล่องแคล่ว และมีการใช้เวลาในการทำแบบวัดค่อนข้างมาก เหมาะสำหรับการใช้วัดการคิดวิเคราะห์ที่ใช้ความละเอียด เช่น การวิเคราะห์ปัญหาและออกแบบอัลกอริทึมในการแก้ไขปัญหา การออกแบบโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เป็นต้น ส่วนแบบวัดประเภทปรนัยจะถูกใช้ในการตั้งคำถามประเภทสถานการณ์จำลอง การแก้ไขปัญหาจากโปรแกรมจินตภาพในเรื่องของการเลือกอัลกอริทึมในการแก้ไขปัญหา ซึ่งเหมาะกับผู้เรียนที่เป็นวัยที่อยู่ในช่วงพัฒนาการอ่านและเขียนมากกว่า เพราะช่วยประหยัดเวลา แต่โจทย์ที่ใช้จำเป็นต้องวัดการคิดเชิงคำนวณให้ครบในด้านที่กำหนด โดยเฉพาะในเรื่องของอัลกอริทึมจะต้องออกแบบให้ผู้เรียนสามารถคิด วิเคราะห์ และเรียบเรียงการคิดในการออกแบบอัลกอริทึมจากแบบนามธรรมให้กลายเป็นรูปธรรมให้ได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงออกแบบแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ โดยเลือกใช้แบบปรนัยเพื่อให้เหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังอยู่ในช่วงพัฒนาทั้งด้านการอ่านและเขียน โดยใช้วัดองค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณทั้งหมด 4 ด้าน คือ การคิดแยกย่อยปัญหา การจดจำรูปแบบการระบุส่วนสำคัญของปัญหา และการออกแบบอัลกอริทึม ด้านละ 4 ข้อ ทั้งหมด 16 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรม ที่ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้จากผู้สอน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นในการส่งเสริมด้านการคิดเชิงคำนวณโดยเฉพาะ

1.4 การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

กิจกรรม Unplugged

Curzon, McOwan, Plant, และ Meagher (2014) ได้ให้ความหมายของกิจกรรม Unplugged ไว้ว่า เป็นแนวทางในการสอนแนวคิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยเป็นกิจกรรมที่ดีในการสอนนักเรียนให้พัฒนาการคิดเชิงคำนวณ

Takaoka, Fukushima, Hirose, และ Hasegawa (2014) ได้ให้ความหมายของกิจกรรม Unplugged ไว้ว่า เป็นเครื่องมือในการสอนวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย เช่น เกม ปริศนา การเคลื่อนไหวร่างกาย ทุกอย่างที่ไม่ใช่การใช้คอมพิวเตอร์

Fukuoka (2015) ได้ให้ความหมายของกิจกรรม Unplugged ไว้ว่า เป็นกิจกรรมที่สามารถใช้ในการเรียนการสอนผ่านการลงมือทำ โดยที่ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาคอมพิวเตอร์ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เรื่องเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้ในทางอ้อม ประกอบกับเล่น เรียนรู้ การลองผิดลองถูก การเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มผ่านการเล่น การมุ่งเน้นในการแก้ปัญหาไม่เหมือนกับการมุ่งเน้นในการเขียนโปรแกรม

Rodriguez, Rader, และ Camp (2016) ได้ให้ความหมายของกิจกรรม Unplugged ไว้ว่า กิจกรรมการถ่ายทอดพื้นฐานแนวคิดทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ให้กับนักเรียนที่ไม่เคยมีพื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์มาก่อน เป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นในการผลักดันทักษะการคิดแก้ปัญหาที่ไม่ใช่เพียงการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Brackmann et al. (2017) ได้ให้ความหมายของกิจกรรม Unplugged ไว้ว่า กิจกรรมที่พัฒนาผู้เรียนให้เกิดการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมแบบ offline และไม่ต้องใช้การเขียนโค้ดจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Rodriguez et al. (2017) ได้ให้ความหมายของกิจกรรม Unplugged ไว้ว่า เครื่องมือในการสอนวิทยาการคำนวณให้กับนักเรียนที่ไม่มีพื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์ และผลลัพธ์ที่คาดหวัง คือ นักเรียนได้เรียนรู้พื้นฐานความรู้ ทักษะ ในการเขียนโปรแกรมหรือการเข้าถึงคอมพิวเตอร์ และหากใช้ควบคู่กับการเรียนรู้เรื่องการคิดเชิงคำนวณ จะสามารถทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ โดยเป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นมากกว่าการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไป

CS Education Research Group (2019) ได้ให้ความหมายของกิจกรรม Unplugged ไว้ว่า เป็นกิจกรรมแนะนำนักเรียนให้รู้จักการคิดเชิงคำนวณผ่านแนวคิด เช่น ตัวเลขไบนารี อัลกอริทึม การจัดเรียงข้อมูล เป็นต้น เป็นกิจกรรมที่สามารถเสริมสร้างทักษะการเขียนโปรแกรมที่ไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์

จากข้อมูลข้างต้นนั้นแสดงให้เห็นถึงการให้ความหมายของกิจกรรม Unplugged ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการคิดเชิงคำนวณ การเขียนโปรแกรม โดยที่ยังไม่ต้องใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีใดในการเรียนรู้ ถือเป็นการเตรียมความพร้อมผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ มีความเข้าใจพื้นฐานของการเขียนโปรแกรม เรียนรู้ประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมจากการจำลองกิจกรรมที่ฝึกให้แก้ปัญหาเป็นหลัก รวมถึงการเรียนรู้ในการใช้ความสามารถทางด้านการคิดเชิงคำนวณ จากแนวคิดดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ภายในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ชื่อว่า “นายช่างตัวน้อย” เพื่อ

ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเตรียมความพร้อม กระตุ้นการคิด โดยใช้หลักการจัดกิจกรรมแบบ Unplugged คือ กิจกรรมการเรียนรู้การแยกย่อยปัญหาโดยใช้ชุดหุ่นยนต์ เพื่อให้ผู้เรียนได้วางแผนการทำงาน ผ่านกิจกรรมการแยกส่วนประกอบของหุ่นยนต์ตามตำแหน่ง ภายในเวลาที่กำหนด และนอกจากนั้นผู้วิจัยยังนำแนวคิดนี้ไปใช้ในกิจกรรมที่เป็นการเรียนรู้เรื่องอัลกอริทึม เพื่อให้ผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมก่อนการเขียนโปรแกรมจากชุดหุ่นยนต์

ตัวอย่างการจัดกิจกรรม Unplugged

การใช้กิจกรรม Unplugged ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อมในด้านการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นนั้น จากการศึกษาพบว่านักวิชาการได้จัดกิจกรรมที่มีความหลากหลายแตกต่างกันอย่างกว้างขวาง โดยนำวัตถุประสงค์ของการพัฒนาผู้เรียนเข้ามาเป็นหลักในการจัดกิจกรรม เช่น องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณในแต่ละด้าน เป็นต้น ผู้วิจัยจึงจัดประเภทของกิจกรรม Unplugged ที่มีความนิยมและถูกใช้อย่างกว้างขวาง 2 ประเภท ดังนี้

กิจกรรมที่เกี่ยวกับเลขฐานหรือระบบไบนารี (Binary)

Thies และ Vahrenhold (2013) ได้ศึกษาการใช้กิจกรรม Count the Dots ด้วยการให้ผู้เรียนเปิดการ์ดที่มีจำนวนจุดอยู่ด้านหลังการ์ด เพื่อเรียนรู้เรื่องจำนวนจากการนับจุด และเรียนรู้เรื่องเลขฐานสองจากการพลิกและเปิดการ์ดบางการ์ด นอกจากนี้ยังศึกษาการใช้กิจกรรมการค้นหาแบบไบนารี (Binary Search) จากกิจกรรมเรือรบประจัญบาน นักเรียนจะได้รับใบงานที่มีหมายเลขเรือรบทั้งหมด 26 ลำ และจะต้องทายว่าเรือของเพื่อนนั้นคือหมายเลขใดจนกว่าจะหมดใครที่ทายได้จำนวนครั้งน้อยกว่าเป็นผู้ชนะ วิธีการนี้จะเป็นการฝึกผู้เรียนให้ใช้กลยุทธ์ ใช้ความคิดเชิงตรรกะ และวิธีการค้นหาแบบไบนารี

Rodriguez et al. (2017) ได้ใช้กิจกรรมการเกี่ยวกับเลขฐานสองในการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนทำการค้นหาลำดับของตัวเลขผ่านสถานการณ์ปัญหา คือ การค้นหารองเท้าที่เรียงตามขนาดของเบอร์รองเท้า จากการติดตามข้อมูลของสัตว์เลี้ยง และการแทนค่าของตัวเลขซึ่งเป็นระบบการค้นหาแบบไบนารี (Binary Search)

พรพิมล (2562) ได้ใช้กิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับเลขฐาน โดยใช้บัตรแสดงตัวเลข ในกิจกรรมการค้นหาเลขฐานสองและการหาผลรวมของเลขฐานสิบ ด้วยการบวกเลขและการพลิกบัตรที่กำหนดตัวเลขต่าง ๆ ไว้ จากนั้นรวมผลและสรุปผลตัวเลขฐานสองและเลขฐานสิบ เพื่อเป็นการเสริมสร้างพื้นฐานของการเขียนโปรแกรมการทำความเข้าใจเลขฐานสอง ดังภาพประกอบ 6

ตัวอย่าง โจทย์กำหนด เลข 17

วิธีคิด เลือกหมายเลขบัตรในตำแหน่งที่ 5 (เลข 16) และบัตรตำแหน่งที่ 1 (เลข 1) ซึ่งบวกกันแล้วจะได้ $16 + 1 = 17$

ตำแหน่งที่ 5	ตำแหน่งที่ 4	ตำแหน่งที่ 3	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 1
16	0	0	0	1
หงาย	คว่ำ	คว่ำ	คว่ำ	หงาย
1	0	0	0	1

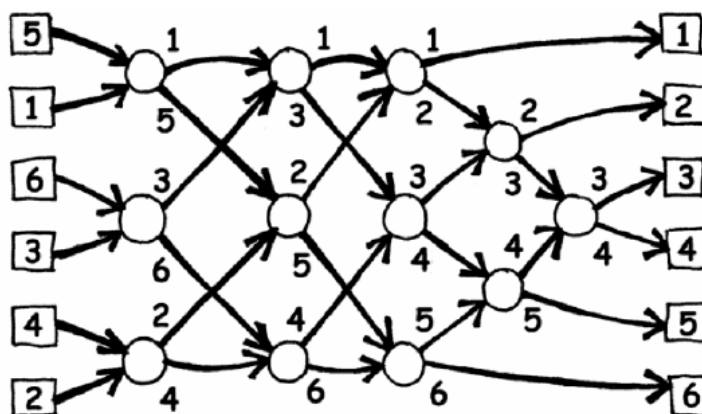
คำตอบ เลขฐานสอง คือ 10001

ภาพประกอบ 6 แสดงตัวอย่างกิจกรรม Binary Digit

การใช้กิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ทำการศึกษาระบบเลขฐานและการค้นหาแบบไบนารี ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้การคิดวิเคราะห์ ใช้กลยุทธ์ วิธีการ ที่ใช้หลักตรรกะ เหตุผล ประกอบการตัดสินใจ ซึ่งเลขฐานเป็นพื้นฐานในด้านการคิดของการเขียนโปรแกรม เมื่อผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในด้านนี้แล้ว จึงจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้และฝึกฝน ในกิจกรรมที่สามารถออกแบบแนวคิด หรือขั้นตอนที่ใช้แก้ไขปัญหาได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่เรียกว่าอัลกอริทึม

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับพื้นฐานการออกแบบอัลกอริทึม

Thies และ Vahrenhold (2013) ได้ศึกษาการใช้กิจกรรม Sorting Networks ซึ่งเป็นกิจกรรมให้ผู้เรียนจัดเรียงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกัน โดยผู้เรียนจะต้องแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 6 คน จำนวน 2 ทีม และทั้งสองทีมจะต้องนำการ์ดหมายเลขที่ตนเองได้จากครูมาเปรียบเทียบกัน ผู้เรียนที่การ์ดตัวเลขเยอะกว่าจะต้องย้ายไปฝั่งขวาของวงกลม ผู้ที่ได้เลขน้อยกว่าจะต้องไปฝั่งซ้าย ดังภาพประกอบ 7 จนกว่าจะถึงเส้นชัย และหากทำผิดจะต้องกลับไปเริ่มใหม่ กิจกรรมผู้เรียนจะได้ฝึกฝนทักษะในด้านของ การเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ ตลอดจนการออกแบบอัลกอริทึม และการแก้ไขปัญหาาร่วมกัน และรับรู้ว่าการคอมพิวเตอร์จะประมวลผลเร็วเมื่อมีการทำงานร่วมกันและจะต้องทำงานตามอัลกอริทึมตามลำดับขั้นตอนเท่านั้น



ภาพประกอบ 7 แสดงลำดับวงจรกลมในกิจกรรม Sorting Networks

Brackmann et al. (2017) ได้ทำการศึกษาและออกแบบกิจกรรม Unplugged ที่ใช้ในการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งได้มุ่งเน้นในการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพื่อทำความเข้าใจ และสามารถออกแบบอัลกอริทึมในการแก้ไขปัญหา ผ่านการใช้แผนงาน หรือ ใบงาน ในการทำกิจกรรม เช่น กิจกรรมการออกแบบขั้นตอนการทำงาน การปลูกต้นไม้ กิจกรรมการเดินทางไปยังจุดหมายโดยการอ่านคำสั่งที่ละขั้นตอน เป็นต้น ดังภาพประกอบ 8

Activity	Explanation	Main Pillars
	"Decomposition" activity: Students had to break down many problems (e.g. Plant a tree) identifying all the steps necessary to solve it. Other examples were: Wash Hands, Prepare breakfast, Take an elevator, Tie a shoe, etc.	Decomposition Algorithms
	"Monica's Map" activity: A map with many characters is shown to the students and they have to find the shortest route between them using only up, down, left and right arrows ($\rightarrow$, $\leftarrow$, $\uparrow$, and $\downarrow$). On a second moment, they should use multipliers (i.e. $\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow = 5x \rightarrow$) to write down the solutions.	Pattern Recognition Algorithms

ภาพประกอบ 8 แสดงตัวอย่างกิจกรรมของ บรัดแมน และคณะ

del Olmo-Muñoz, Cózar-Gutiérrez, และ González-Calero (2020) ได้ทำการศึกษากิจกรรม Unplugged ที่ใช้ในโรงเรียนระดับประถมศึกษา พบว่า กิจกรรมหนึ่งที่ถูกเลือกใช้ คือ กิจกรรมการเขียนโปรแกรมด้วยตารางกระดาษ (Graph paper programming) เป็นการระบายสีลงในตารางจากอัลกอริทึมที่กำหนดขึ้น ผู้เรียนจำต้องอ่านอัลกอริทึมและทำตามขั้นตอนทีละขั้นตอน โดยอัลกอริทึมที่ถูกกำหนดนั้นจะอยู่ในรูปแบบของสัญลักษณ์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและปฏิบัติตามได้ง่าย ดังภาพประกอบ 9

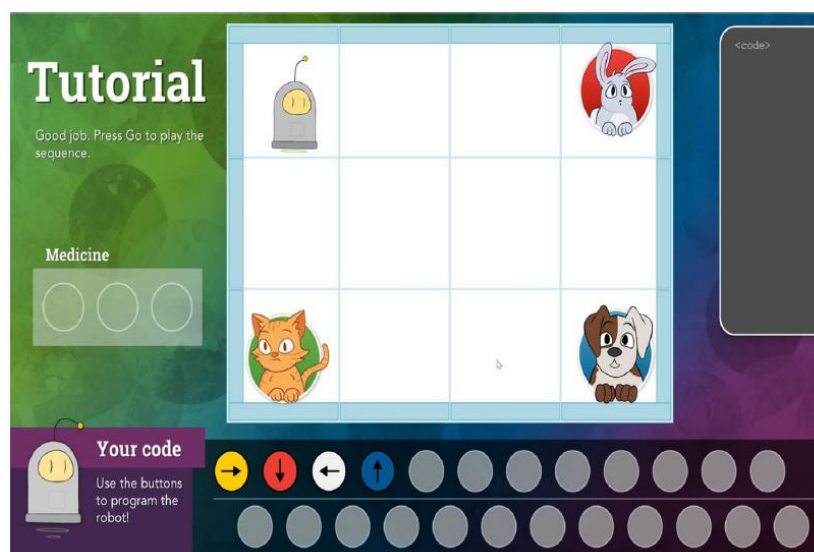
ในระดับปฐมวัย ซึ่งเป็นหุ่นยนต์ที่สามารถควบคุมให้แสดงผลคำสั่งด้วยการเคลื่อนที่ เช่น การเดินหน้า ถอยหลัง หมุนซ้าย หมุนขวา เป็นต้น ใช้การเขียนโปรแกรมในการวางคำสั่งตามลำดับเป้าหมายของกิจกรรมนี้ คือ การนำหุ่นยนต์ Bee-Bot เดินทางไปยังเป้าหมายด้วยการหลบสิ่งกีดขวางตามภารกิจบนแผนกระดานที่ใช้เป็นพื้นในการเดินทาง ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงตัวอย่างกิจกรรมจากหุ่นยนต์ Bee-Bot

Chongo, Osman, และ Nayan (2021) ได้ใช้กิจกรรมประเภท plugged ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องไฟฟ้าเคมีควบคู่กับการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ด้วยสื่อชนิดโปรแกรมเชิงจินตภาพ คือ โปรแกรม Scratch ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ในการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น ใช้การเขียนโปรแกรมประเภท Block-based programming ใช้การลากและวางเป็นวิธีการหลัก เมื่อผู้เรียนถูกพัฒนาการคิดเชิงคำนวณให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ก็จะส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในเรื่องของไฟฟ้าเคมีที่มากขึ้นตามไปด้วย

Rehmat et al. (2020) ได้ทำการศึกษาเรื่องกลยุทธ์ในการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนในวัยเด็กเล็ก โดยการใช้กิจกรรมการเขียนโปรแกรมด้วยเกม Computing for the Critters ซึ่งกำหนดให้ผู้เล่นจำลองเป็น Robot ที่จะต้องเดินทางไปยังสัตว์ต่าง ๆ ผ่านการเขียนโปรแกรมด้วยโค้ดเชิงสัญลักษณ์ ซึ่งกิจกรรมนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนในชั้นเด็กเล็กได้เข้าใจในเรื่องของการคิดเชิงคำนวณพื้นฐาน และการเคลื่อนที่อย่างง่าย ซึ่งมีตัวอย่างของกิจกรรมดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 แสดงตัวอย่างเกม Computing for the Critters

Usengül และ Bahçeci (2020) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ Robotics ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ด้วยชุดหุ่นยนต์ Lego Education Wedo 2.0 ซึ่งเป็นชุดหุ่นยนต์ที่ประกอบไปด้วยชิ้นส่วน และซอฟต์แวร์ Wedo 2.0 ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์โดยการลากและวาง มีการใช้โค้ดที่เป็นสัญลักษณ์แสดงส่วนในการทำงานเช่น มอเตอร์ ตัวควบคุมไฟ เสียง เป็นต้น จากการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ได้ทำกิจกรรม Plugged จากชุดหุ่นยนต์ Lego Education Wedo 2.0 ผลการคิดเชิงคำนวณแตกต่างกับกลุ่มควบคุมปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บัญญัติ และ พนมพร (2559) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาเกมการคิดเชิงคำนวณผ่านการเขียนโปรแกรมเชิงจินตภาพ (Visual Programming Language, VPL) ซึ่งเป็นรูปแบบการเขียนโปรแกรมที่ลดความจำเป็นในส่วนของการสร้างภาษาโปรแกรม เพราะตัวแปลภาษาโปรแกรม (Compiler) มีการเตรียมเครื่องมือ และ สภาพแวดล้อมในการทำงาน (Development Environment) ที่พร้อมใช้งานได้ทันทีที่เรียกว่า คอมโพเนนต์ (Component) ที่อาจจะอยู่ในรูปแบบของสัญลักษณ์ กราฟิกรูปภาพ ปุ่ม ในรูปแบบวัตถุให้ลากวางบนหน้าจอการทำงาน และสามารถประมวลผลได้เทียบเท่าการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโปรแกรมปกติ ข้อดีของการเขียนโปรแกรมเชิงจินตภาพนั้นคือการลดขั้นตอนที่ซับซ้อนในการพัฒนาโปรแกรม หรือโครงงาน มีการประยุกต์ใช้งานได้กับผู้ใช้งานทุกระดับผ่านการแปลผลด้านตรรกศาสตร์เชิงสัญลักษณ์ และลดการจดจำคำสั่งที่มีความแตกต่างในภาษาโปรแกรม (Programming Syntax) แต่กลับให้ความเข้าใจในเรื่องโครงสร้างของภาษาโปรแกรม (Programming Structure) ได้ดีกว่า การเขียนโปรแกรมในรูปแบบ

ตัวอักษร (Text-Based Programming) และได้เลือกใช้โปรแกรม Scratch และ Google Blockly ในการศึกษา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องดังกล่าวนี้ พบว่า โปรแกรมเชิงจินตภาพ หรือ Visual Programming Language เป็นการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของกราฟิก ก้อน หรือบล็อก ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การออกแบบของผู้พัฒนา มีการประมวลผลโปรแกรมเพื่อแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบต่าง ๆ ลักษณะการเขียนคือการลาก วาง และปรับแต่งรายละเอียดของฟังก์ชันการทำงาน สามารถให้ความเข้าใจเรื่องโครงสร้างภาษาได้ดีกว่าการเขียนในรูปแบบตัวอักษร โปรแกรมเชิงจินตภาพนั้นจัดอยู่ในประเภทการเรียนรู้แบบ Plugged ซึ่ง เป็นการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมผ่านการใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีซึ่งตรงกันข้ามกับการเรียนรู้แบบ Unplugged ในด้านการใช้อุปกรณ์เทคโนโลยี ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ การแก้ไขปัญหา ผ่านการจำลองสถานการณ์ เกิดวิธีการคิดสร้างสรรค์ที่มากขึ้นในการแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณทั้งสองแบบคือ 1) กิจกรรม Unplugged และ 2) กิจกรรม Plugged มาประยุกต์ใช้กับกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย Robotics เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาการคิดเชิงคำนวณอย่างมีประสิทธิภาพมาก เนื่องจากผลวิจัยชี้ให้เห็นถึงแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนในด้านการคิดเชิงคำนวณนั้นจำเป็นต้องอาศัยกิจกรรม Unplugged เพื่อสร้างพื้นฐานในการคิดและการเขียนโปรแกรมให้กับผู้เรียน และใช้กิจกรรม Plugged ในการพัฒนาการแก้ไขปัญหาให้กับผู้เรียน การจัดกิจกรรมทั้งสองประเภทจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะเป็นส่วนช่วยพัฒนาผู้เรียนซึ่งต้องอาศัยสื่อการเรียนการสอนที่ตอบโจทย์กับกิจกรรมแต่ละประเภทด้วยเช่นกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในหัวข้อถัดไป

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ

Atmatzidou และ Demetriadis (2014) ได้ทำการวิจัยเรื่อง วิธีการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน โดยผ่านกิจกรรมเรียนรู้แบบ Robotics โดยทำการทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเป็นกลุ่ม ทั้งหมด 35 คน เพศชาย 28 คน เพศหญิง 7 คน โดยทำการทดลองแต่ละครั้งจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย ใช้การทดลองโดยการจัดกิจกรรมที่มีการตั้งโจทย์และให้ผู้ทดลองลงมือแก้ปัญหาผ่านกิจกรรม Robotics ครั้งละ 2 ชั่วโมง ชุด Robotics ที่ใช้คือ Lego Mindstorms NXT 2.0 และมีการเก็บข้อมูลการวิจัยในรูปแบบของ t-test for paired-samples โดยเปรียบเทียบข้อมูลตามประเภท คือ 1. องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ 2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ซึ่งการจัดกิจกรรมในแต่ละครั้งจะมีความแตกต่างกัน กิจกรรมในชุดที่ 1 จะเป็นการอธิบายถึงข้อมูลพื้นฐานของชุด Robotics Lego Mindstorms NXT 2.0 การกิจกรรมในชุดที่ 2 จะเป็นการอธิบาย

และทำกิจกรรมเกี่ยวกับแนวคิดของการคิดเชิงคำนวณ ชุดที่ 3 เป็นต้นไปจะเป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นการทำความเข้าใจของปัญหา การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น จนถึงขั้นของการทำกิจกรรมแก้ปัญหา โดยจะเป็นการแข่งขันตามโจทย์ที่กำหนดขึ้น โดยใช้การสร้าง Robotics และการเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหา

ผลการวิจัย พบว่า ในขั้นแรกของการจัดกิจกรรมผู้เรียนประสบปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจในด้านแนวคิดของการคิดเชิงคำนวณ อย่างไรก็ตามเมื่อผ่านกิจกรรมต่อไปเรื่อย ๆ ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ดีขึ้น นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมที่จัดขึ้นรวมถึงการทำงานภายในทีม ในการจัดกิจกรรมที่มากขึ้นก็จะมีปัญหาและการคิดเชิงคำนวณที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในภายหน้า ผู้วิจัยได้แนะนำแนวทางในการสนับสนุนการคิดเชิงคำนวณว่า 1. เพิ่มแผนงานการทำงานที่สนับสนุนผู้เรียนผ่านกิจกรรม 2. เพิ่มจำนวนกิจกรรม 3. สร้างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลให้มากยิ่งขึ้น

Roscoe, Fearn, และ Posey (2014) ได้ทำการสำรวจแนวทางในการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณในหลากหลายรูปแบบการเรียนรู้ และได้สังเคราะห์องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณไว้ 5 ประเภท ดังนี้ 1. การคิดเชิงนามธรรม 2. การวิเคราะห์โดยใช้การคิดเชิงตรรกะ 3. กระบวนการแก้ปัญหาแบบอัลกอริทึม 4. การประเมินประสิทธิภาพ 5. นวัตกรรม จากนั้นทำการสำรวจการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณในรูปแบบที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. การเรียนรู้ในหลักสูตรระยะสั้น Printcraft Bootcamp เป็นการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนใช้โปรแกรม Minecraft 2 เพื่อออกแบบสภาพแวดล้อมตามจินตนาการของผู้เรียนในโลกเสมือนจากคอมพิวเตอร์ จากนั้นทำการสร้างวัตถุที่ถูกออกแบบมาให้คล้ายคลึงกับโลกเสมือนโดยใช้เครื่องมือ 3 มิติ ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นการคิดตามจินตนาการและเกิดการคิดเชิงนามธรรมผสมผสานกับการจัดการตัวเลขในการสร้างวัตถุให้ออกมาได้จริงซึ่งคล้ายกับการคิดเชิงคำนวณ

2. การอบรมเชิงปฏิบัติการการใช้แอปพลิเคชัน AppInventor เป็นแอปพลิเคชันที่ใช้ในการสร้างแอปพลิเคชันที่ต้องการ โดยรูปแบบจะเป็นการเขียนโค้ดแบบลากและวางซึ่งผู้เรียนที่ผ่านการอบรมสามารถสร้างเกมที่อยู่ในรูปแบบของแอปพลิเคชันได้เกิดความสามารถในการคิดเชิงตรรกะ การวางแผนอย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรืออัลกอริทึม ซึ่งเป็นทักษะหนึ่งในเรื่องของการคิดเชิงคำนวณ

3. ชมรม Robotics เป็นกลุ่มการเรียนรู้เสริมหลังเลิกเรียนของผู้เรียน ซึ่งเป็นกิจกรรมส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณที่มีความหลากหลายมากที่สุดจาก 3 รูปแบบการเรียนรู้ เนื่องจากผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ในเรื่องของ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ การเข้าถึงทรัพยากรที่มีความ

หลากหลาย เช่น Arduino Microcontroller และ Lego Mindstorms ผลลัพธ์ที่น่าสนใจจากการเรียนรู้รูปแบบนี้คือ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เรื่องวงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน สามารถทำงานกับโปรแกรมที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางและมีความหลากหลายได้ เช่น S4A (โปรแกรม Scratch สำหรับ Arduino) โปรแกรม NXT-G สำหรับชุดหุ่นยนต์ Lego Mindstorms ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการทำงานร่วมกันระหว่างการใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถลดระดับความซับซ้อนบางอย่างของการคิดคำนวณลงได้ ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงานจากความสนใจของตนเองจริง ๆ นอกจากนี้ยังมีความคิดเห็นเกี่ยวกับงานวิจัยว่า การคิดเชิงคำนวณนั้นเป็นทักษะการคิดแก้ปัญหาที่ประกอบไปด้วย การคิดเชิงตรรกะ การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนหรืออัลกอริทึม สิ่งเหล่านี้จะสามารถช่วยให้นักเรียนทุกคนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการใช้เหตุผลมากยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันโลกมีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดด สิ่งหนึ่งที่เป็นแกนหลักของเทคโนโลยีสมัยนี้คือการเขียนโปรแกรม และที่สำคัญผู้สอนควรเปิดโอกาสนำพานักเรียนไปสัมผัสกับประสบการณ์ของเทคโนโลยีที่นักเรียนยังไม่เคยรู้จักหรือเป็นสิ่งที่ยังเป็นไปไม่ได้ และควรศึกษาช่องทาง เปิดโอกาสให้ตนเองในการเรียนรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์หรือสิ่งใหม่ ๆ เสมอ

Pinto-Llorente et al. (2016) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณโดยใช้วิธีการเขียนโปรแกรมเชิงจินตภาพ Lego Education WeDo 2.0 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อายุ 10 ปี จำนวน 52 คน เป็นเพศชาย 25 คน และเพศหญิง 27 คน ลงทะเบียนเรียนวิชาบังคับเรื่องวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แนว STEM โดยมีการทดลองคือ แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ประกอบไปด้วยสมาชิกที่มีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน หนึ่งในระดับต่ำ หนึ่งในระดับกลาง และหนึ่งในระดับสูง แต่ละกลุ่มจะต้องทำการออกแบบและสร้างโปรแกรม 3 มิติ ทั้งหมด 2 รูปแบบ 1. Dancing Birds คือ การสร้างหุ่นยนต์นกด้วยกลไกผสมกับการเขียนโปรแกรมให้นกส่งเสียง และสั่งให้มอเตอร์ทำงานเพื่อหมุนสายพานทำให้ระบบรอกทำงาน 2. Smart Spinner คือ การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานมอเตอร์ให้ทำการปล่อยตัวสปินเนอร์ลงมาที่พื้น และใช้เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวสั่งการให้มอเตอร์หยุดโดยอัตโนมัติเมื่อปล่อยสปินเนอร์ลงมา

จากการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้โปรแกรม Lego Education WeDo ผ่านกิจกรรมการสร้างโมเดล 3 มิติ สามารถพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดเชิงตรรกะซึ่งเป็นการใช้เหตุผลในการคิดแก้ปัญหา จากการวิเคราะห์บทบาทของผู้สอนจากผู้เรียนนั้นพบว่า ผู้สอนมีส่วนเป็นอย่างมากในการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี ผู้สอนต้องเป็นผู้แนะนำ

อำนวยการเรียนรู้ แสดงให้ผู้เรียนเห็นถึงสิ่งที่ถูกและผิด ผลสำรวจของการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ ผู้เรียนเกิดแสดงถึงความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ เข้าใจเนื้อหา ผ่านการทำงานเป็นกลุ่มได้ดีขึ้น ซึ่งทั้งหมดนี้ได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการเรียนรู้ด้วยโปรแกรม Lego Education WeDo ในการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณในระดับประถมศึกษา

Ninlapun และ Bongkotphet (2021) ได้ทำการวิจัยเรื่องของการเรียนรู้ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Unplugged และ 2) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 36 คน ได้มาโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Unplugged ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 3 แผน แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบสัมภาษณ์ทักษะการคิดเชิงคำนวณ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหา และเชิงปริมาณโดยการหาค่าร้อยละ

ผลวิจัย พบว่า 1) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Unplugged ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สิ่งที่ควรเน้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ 1) การใช้คำถามสำคัญ ครูควรเน้นย้ำนักเรียนว่าจะต้องคำนึงถึงเงื่อนไขย่อย ๆ ของปัญหาใหญ่ด้วย 2) พิจารณาโครงสร้าง ควรยกตัวอย่างการเขียนสาระสำคัญของปัญหาก่อนให้นักเรียนทำด้วยตนเอง 3) ออกแบบการแก้ปัญหา ควรยกตัวอย่างการเขียนอัลกอริทึมก่อนให้นักเรียนออกแบบด้วยตนเอง 4) ทบทวนขั้นตอนในการแก้ปัญหา การประเมินผลและตรวจสอบการแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นสิ่งสำคัญครูควรเน้นย้ำให้นักเรียนตรวจสอบก่อนนำเสนอ ในการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนต้องใช้เวลา ที่เหมาะสม 2) นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Unplugged ร้อยละ 57.14 โดยมีทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยรวมอยู่ในระดับดี

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ ผู้วิจัยพบว่า งานวิจัยโดยส่วนใหญ่ที่พบนั้นใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบของ Project Based-Learning และ Problem-Based Learning มากที่สุด ซึ่งทั้งสองวิธีล้วนเอื้ออำนวยการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ แต่แตกต่างกันในเรื่องของระดับช่วงวัยของกลุ่มตัวอย่าง สื่อ และรูปแบบของการจัดกิจกรรม เพราะทั้งสองวิธีนั้นสามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการคิดแก้ปัญหา มีการทำงานร่วมกันเป็นทีม เกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน สามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้เช่นกัน ในส่วนของสื่อการสอนนั้นในระดับมัธยมส่วนใหญ่ได้เลือกใช้ชุดหุ่นยนต์ Lego Education NXT เพื่อใช้ในการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ แต่ในระดับประถมก็นิยมใช้ Lego Education WeDo 2.0 เนื่องจาก

มีลักษณะของซอฟต์แวร์การเขียนโปรแกรมที่ไม่ซับซ้อน มีความยืดหยุ่น ง่ายต่อการใช้งาน และการทำความเข้าใจพื้นฐานของการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น ในด้านของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนนั้น โดยส่วนใหญ่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมหุ่นยนต์ได้อธิบายถึงผลของการใช้สื่อแต่ยังขาดในเรื่องของกระบวนการ ขั้นตอน หลักการทฤษฎีที่ใช้ในการใช้อำนวยความสะดวกให้เกิดประสิทธิภาพในการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นช่องว่างที่สำคัญที่ผู้วิจัยต้องการเติมเต็มในส่วนของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่อาศัยหลักการและทฤษฎี ด้วยเหตุผลนี้ผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้กิจกรรมชุดหุ่นยนต์ Lego Education Wedo 2.0 เพราะเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในระดับสากล สามารถจัดกิจกรรมได้ทั้งในรูปแบบของ กิจกรรม Unplugged ในด้านการใช้ตัวต่อและโครงสร้างของหุ่นยนต์ และกิจกรรมประเภท Plugged ในด้านการเขียนโปรแกรม เหมาะสมกับระดับช่วงวัยของกลุ่มตัวอย่างและเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอนรวมทั้งการใช้รูปแบบการสอนแบบ Problem-Based Learning เนื่องจากเป็นรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาจากการทำงานเป็นทีม และไม่ต้องอาศัยภูมิความรู้เดิมมากเหมือนกับการเรียนรู้แบบ Project Based-Learning เนื่องจากวัยของผู้เรียนนี้อยู่ในชั้นระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ช่วงอายุ 8-9 ปี ซึ่งเป็นวัยแห่งการพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ มากกว่าการประยุกต์หรือบูรณาการองค์ความรู้ นอกจากนี้ในด้านของรูปแบบหรือวิธีการจัดการเรียนการสอนแล้ว สื่อที่นำมาใช้เองก็เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ผักผ่อน จากการลงมือปฏิบัติ โดยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้ทำศึกษานั้นมีการสื่อการสอนที่มีความหลากหลาย สื่อประเภทหนึ่งที่มีความน่าสนใจ สามารถสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน และเหมาะสมกับบริบทของการใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) คือ การใช้ชุดหุ่นยนต์ (Robotics)

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดหุ่นยนต์ (Robotics)

2.1 ความหมายของหุ่นยนต์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีคำให้ความหมายของ Robotics ไว้ในทางที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งส่วนใหญ่แล้วนั้น Robotics นั้น มีความหมายใกล้เคียงกันกับคำว่าหุ่นยนต์ ซึ่งนักวิชาการก็ได้ให้ความหมายของ Robotics หรือหุ่นยนต์ไว้ ดังนี้

นิรมิข (2556) กล่าวว่าหุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรกลชนิดหนึ่งทำงานตามความต้องการหรือการสั่งการของมนุษย์ กล่าวคือสามารถปฏิบัติ งานแทนมนุษย์ได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมทั้งในงานที่ เสี่ยงอันตรายที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้ สามารถทำงานอย่างเป็น

อัตโนมัติด้วยตัวหุ่นยนต์เอง หรือถูกควบคุมโดยมนุษย์อีกที หุ่นยนต์ โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการใช้งาน คือ 1. หุ่นยนต์ชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed Robot) เป็นหุ่นยนต์ ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นแขนกล สามารถขยับและเคลื่อนไหวได้เฉพาะแต่ละข้อต่อภายในตัวเอง เท่านั้น มักนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานประกอบ รถยนต์ 2. หุ่นยนต์ชนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Robot) หุ่นยนต์ ประเภทนี้สามารถเคลื่อนที่ไปยังที่ต่าง ๆ ได้ด้วยตัวเอง โดย การใช้ล้อหรือขา

ศรีวงษ์ญาติดี และ สงคราม (2560) ได้ให้ความหมายของหุ่นยนต์ ว่า หุ่นยนต์ ที่เรารู้จักกันในฐานะที่เป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่ในการทำงานแทนมนุษย์ มีลำดับการทำงานเป็นขั้นตอนตามที่มนุษย์ได้ออกแบบไว้ มีความสามารถที่หลากหลาย หรือกล่าวได้ว่า หุ่นยนต์ หมายถึง เครื่องจักรประเภทหนึ่ง ที่เกิดจากการนำเทคโนโลยีและวิทยาการต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ เพื่อ ทำให้เครื่องจักรนั้นทำงานได้ตามที่ต้องการ ซึ่งมีทั้งแบบอัตโนมัติ หรือแบบควบคุมโดยมนุษย์ โดยหุ่นยนต์จะสามารถทำงานได้ก็ต่อเมื่อมนุษย์หรือผู้ใช้งานป้อนคำสั่งผ่านการเขียนโปรแกรมให้เครื่องจักรนั้น ๆ ทำงาน

Maneehaet และ Wannapiroon (2562) ได้ให้ความหมายว่าหุ่นยนต์ หรือ Robotics เป็นการทำงานที่อาศัยเทคนิคการสร้างและพัฒนาเครื่องจักรกล หรือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ให้มีความฉลาด และสามารถทำงานที่ต้องการความแม่นยำสูง หรือเป็นงานที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า น่าเบื่อ หรือเสี่ยงอันตรายสำหรับมนุษย์ เช่น หุ่นยนต์ขงกาแฟ หุ่นยนต์นักบิน หุ่นยนต์เก็บกวาดขยะเปิด

2.2 ประเภทของหุ่นยนต์

ประเภทของหุ่นยนต์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ดังนี้

1. หุ่นยนต์ที่ทำงานโดยติดตั้งอยู่กับที่ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ หุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ สามารถ เคลื่อนไหวไปมา แต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้หุ่นยนต์ในประเภทนี้ ได้แก่ แขนกลของหุ่นยนต์ที่ใช้ในงาน ด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น งานด้านอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ แขนกลของหุ่นยนต์ที่ใช้ในงาน ด้านการแพทย์ (แขนกลที่ใช้ในการผ่าตัด) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีลักษณะโครงสร้างที่ใหญ่โต เทอะทะ และมีน้ำหนักมาก ใช้พลังงานให้สามารถเคลื่อนไหว ได้จากแหล่งจ่ายพลังงานภายนอก และจะมีการ กำหนดขอบเขตการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เอาไว้ ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนไหวไปมาได้ในเฉพาะที่ ที่กำหนดเอาไว้เท่านั้นหุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่

2. หุ่นยนต์ ที่ทำงานโดยมีการเคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ได้ หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหว ร่างกายไปมาได้อย่างอิสระ หมายความว่า หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนย้ายตัวเองจาก

ตำแหน่งหนึ่งไปยัง อีกตำแหน่งหนึ่งได้อย่างอิสระ หรือมีการเคลื่อนที่ไปมาในสถานที่ต่าง ๆ เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ในการสำรวจดวงจันทร์ ขององค์กรนาซ่า หุ่นยนต์สำรวจใต้พิภพหรือหุ่นยนต์ที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้า ซึ่ง หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวได้นี้ ถูกออกแบบลักษณะของโครงสร้างให้มีขนาดเล็กและมีระบบ เคลื่อนที่ไปมา รวมทั้งมีแหล่งจ่ายพลังสำรองภายในร่างกายของตนเอง แตกต่างจากหุ่นยนต์ที่ไม่ สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ ซึ่งจะต้องมีแหล่งจ่ายพลังอยู่ภายนอก (สารานุกรมเสรี, 2560)

2.3 ระบบการทำงานของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์แต่ละประเภท มีลักษณะการทำงานที่ถูกออกแบบมาแตกต่างกัน แต่ระบบการทำงานของหุ่นยนต์นั้นถูกออกแบบมาให้ใกล้เคียงกับการทำงานของมนุษย์มากที่สุด

ศรีวงษ์ญาติดี และ สงคราม (2560) ได้แบ่งระบบการทำงานของหุ่นยนต์ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการรับรู้ เปรียบเสมือนเป็นส่วนแรกของการทำความรู้จักของมนุษย์ เช่น การมองเห็น หรือการสัมผัสของมนุษย์
2. ขั้นตอนการประมวลผล เปรียบได้กับการทำงานของสมองในการนึกคิด คือ เป็นขั้นของ การหาคำตอบ การจดจำ หรือการแสดงในการคำนวณ
3. ขั้นตอนของการแสดงผล เปรียบกับการทำงานที่เกิดขึ้นจากสมองส่งไปยังอวัยวะต่าง ๆ ให้ ขยับตามการทำงานของร่างกายมนุษย์

ระบบของหุ่นยนต์ทั่วไป สามารถแบ่งการทำงานตามการควบคุมได้ 2 แบบดังนี้

1. ระบบบังคับด้วยมือ (Manual System) เป็นการควบคุมหุ่นยนต์ โดยใช้มนุษย์เป็นผู้สั่ง การบังคับหรือควบคุมให้หุ่นยนต์ทำ หรือ เคลื่อนไหวตามที่ต้องการผ่านแท่นระบบควบคุม โดยส่วน ใหญ่จะใช้จอยสติค (Joystick) เป็นตัวควบคุม
2. ระบบอัตโนมัติ (Automation System) เป็นการควบคุมหุ่นยนต์ โดยใช้หลักลอจิกวงจร อิกเล็กทรอนิกส์ หรือใช้การเขียนโปรแกรมเป็นตัวตัดสินใจและประมวลผล โดยมักออกแบบระบบ เป็น 3 รูปแบบ คือ

2.1 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ มักจะนำมาทำเป็นหุ่นยนต์ที่เรียกว่า บีม (Beam) ไม่ต้องมีวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรไมโครโปรเซสเซอร์ ส่วนใหญ่จะใช้หลักของลอจิก (Logic) และ เกท (Gate) เช่น And gate, Or gate มาใช้

2.2 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานเฉพาะการควบคุมจุดเล็ก ๆ ใช้หน่วยความจำไม่มากมักจะเขียนโปรแกรมลงไป

2.3 วงจรไมโครโปรเซสเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประมวลผลในคอมพิวเตอร์ เช่น ใช้ใน หุ่นยนต์ Asimo เป็นต้น

2.4 ประโยชน์ของการเรียนรู้โดยใช้ Robotics

(Chambers et al., 2008) ชุดหุ่นยนต์ช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ผ่าน โครงสร้างสภาพแวดล้อมที่จัดตั้งขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาการทางด้านการคิดที่สูงขึ้น เกิดทักษะการคิดแก้ปัญหา ส่งเสริมวิธีการคิดของนักเรียนให้เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายที่แท้จริง

Castledine (2011) กิจกรรมการเรียนรู้ด้วย Robotics ช่วยสะท้อนหนทางของการ แก้ปัญหาของผู้เรียนได้ และช่วยเน้นในเรื่องของการเชื่อมโยงการแก้ปัญหาทางนามธรรมในบริบท ของโลกแห่งความจริงได้ นักเรียนจะมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์อันเป็น หนทางที่จะนำไปสู่การสร้างควมหมายทางการเรียนรู้ที่ครอบคลุมมากขึ้น วิทยาการหุ่นยนต์ สามารถสร้างบริบทที่แท้จริงสำหรับการเรียนรู้และนำเสนอทักษะการรู้เท่าทันเทคโนโลยีที่จำเป็น ในโลกสมัยใหม่ได้

Yadav et al. (2011) การใช้ Robotics ในการเรียนการสอนนั้นช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ แบบรูปธรรม ของแนวคิดที่เป็นในเชิงลักษณะของนามธรรมจากการที่ได้ลงมือแก้ไขปัญหาในโลก แห่งความจริง

Alimisis (2009) การศึกษาจำนวนมากระบุว่ากิจกรรมการเรียนรู้ด้วย Robotics มี ผลเชิงบวกต่อการพัฒนาความคิดในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา เช่นเดียวกันกับการเรียนรู้การ เขียนโปรแกรม

Atmatzidou และ Demetriadis (2014) กิจกรรมการเรียนรู้ด้วย Robotics ช่วย พัฒนาให้ผู้เรียนที่มีลักษณะเป็นผู้เรียนแบบรับกลายเป็นผู้เรียนเชิงรุก มีพัฒนาการทางสมอง ความคิด จากการเป็นนักศึกษา ค้นคว้าข้อมูล จนถึงนักสร้างสรรค์ความรู้ใหม่

Chalmers (2018) การใช้ Robotics ในการจัดการเรียนการสอนเป็นวิธีที่มี ประสิทธิภาพในการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเรื่องการจัดลำดับ ของการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ที่ใช้ชุด หุ่นยนต์ Lego Wedo 2.0 ช่วยเพิ่มโอกาสให้นักเรียนได้รับการส่งเสริมด้านการคิดเชิงคำนวณ จาก การฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และจากกิจกรรมที่ถูกจัดขึ้นภายใต้ชุดหุ่นยนต์นี้ เป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนที่ไม่เหมือนใคร นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมผ่านระบบการ ทำงานเป็นทีม ด้านครูเองก็มีความมั่นใจมากขึ้นในการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาการคิดเชิง คำนวณของนักเรียน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics

ศรีวงษ์ญาติดี และ สงคราม (2560) ได้ทำการศึกษา ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งผลของการวิจัยพบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (3) ขั้นอธิบาย (4) ขั้นขยายความรู้ (5) ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (6) ขั้นประเมิน และ (7) ขั้นนำ ความรู้ไปใช้ องค์ประกอบของรูปแบบฯ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ครู (2) นักเรียน (3) สื่อการเรียนรู้ และ (4) การวัดและประเมินผล ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยและพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนของตัวอย่างสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Castledine (2011) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการจัดเรียนเรียนรู้ด้วย LEGO Robotics เพื่อพิสูจน์ความสามารถในการแก้ปัญหาของรูปแบบการจัดเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ชุดหุ่นยนต์ LEGO Mindstorms NXT เพื่อใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 23 คน เพศชาย 12 คน เพศหญิง 11 คน จากนั้นแบ่งกลุ่มการสร้างหุ่นยนต์ กลุ่มละ 2-4 คน และเริ่มการเก็บข้อมูลโดยทำการทดลองการเรียนการสอนโดยใช้ Robotics ทั้งหมด 2 สัปดาห์ วันละ 1 ชั่วโมง ซึ่งจะมีรูปแบบของโจทย์การแก้ปัญหาโดยการเขียนโปรแกรมที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเป็นคำถามปลายเปิดให้นักเรียนอธิบายถึงแนวทางในการแก้ปัญหา ทั้งหมด 4 ข้อ ดังนี้ 1.คุณมีวิธีคำนวณเวลากับระยะทางสำหรับหุ่นยนต์อย่างไร 2. ให้อธิบายว่าคุณมีวิธีในการทดลองให้หุ่นยนต์วิ่งได้อย่างไร และกลยุทธ์อะไร 3.ในระหว่างการทดลองมีการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์หรือไม่ อย่างไร 4.คุณได้เรียนรู้กลยุทธ์อะไรใหม่บ้าง 5.คุณใช้กลยุทธ์เหล่านี้ในชีวิตของคุณได้ที่ไหน

ผลการทดลองสรุปได้ว่าชุด LEGO Robotics เป็นชุดหุ่นยนต์ที่ช่วยพัฒนาในการแก้ปัญหาได้จริง ผู้เรียนควรได้รับการจัดการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการแก้ปัญหา นอกเหนือจากการเรียนแบบปกติแต่มีข้อเสนอแนะในเรื่องของควรมีการจัดรูปแบบการเรียนการสอน ที่ช่วยแนะนำให้ผู้เรียนได้มีแนวทางในการแก้ปัญหาจากการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์กับปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญ

Chalmers (2018) ได้ทำการศึกษาการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณโดยใช้ Robotics ในการสอนการเขียนโปรแกรม ของโรงเรียนระดับประถมศึกษาในประเทศออสเตรเลีย

ทั้ง 4 โรงเรียน ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ การตอบแบบสอบถาม รวมถึงการวิเคราะห์กรอบแนวคิดของการคิดเชิงคำนวณกับการเรียนการสอนจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พบว่า การใช้ Robotics และ กิจกรรมต่าง ๆ ช่วยทำให้ครูผู้สอนรู้สึกมั่นใจในการนำพานักเรียนเหล่านั้นไปสู่การพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ นอกจากนั้นจากการศึกษายังพบว่าปัจจัยสำคัญที่ควรมุ่งเน้น คือ การพัฒนาความสามารถส่วนบุคคลของครูผู้สอน จนถึงวิธีการสอนด้วยการใช้หุ่นยนต์เป็นฐาน (Robotics-based) ในแนวทางของการบูรณาการด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEM) ซึ่งสามารถช่วยส่งเสริมการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณได้ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครูยังขาดการบูรณาการการใช้งาน Robotics ให้เข้ากับการจัดการเรียนการสอน ซึ่งผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่าครูจำเป็นที่จะต้องได้รับความรู้ความเข้าใจ พัฒนาทักษะทางเทคโนโลยีที่จำเป็น สำหรับการพัฒนาผู้เรียนด้วยการใช้หุ่นยนต์ เมื่อครูเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีมากขึ้น จะส่งผลให้ครูมีความมั่นใจในการจะการเรียนการสอน เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลดีตามมา โดยรูปแบบการพัฒนาที่ถูกใช้อย่างแพร่หลาย คือ รูปแบบของ TPACK ซึ่งช่วยพัฒนาครูให้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี การเขียนโปรแกรม และวิศวกรรม ที่ใช้ในการเรียนการสอน รวมไปถึงการเรียนรู้แนวสะเต็มศึกษา (STEM) นอกจากนั้นยังพบหลักฐานว่า แม่นักเรียนในระดับก่อนประถมศึกษายังสามารถที่จะรับรู้ถึงการคิดเชิงคำนวณได้ โดยการใช้ Robotics ช่วยให้นักเรียนนั้นมีความสามารถในการจัดลำดับ การตรวจสอบปัญหาและสามารถแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น จากการที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมอย่างง่าย ประเภทการลากและวาง ช่วยให้เห็นภาพการทำงานของอัลกอริทึมได้ดียิ่งขึ้น ครูทุกคนให้ความเห็นที่ตรงกันว่าสื่อการสอนที่สามารถพัฒนาผู้เรียนในระดับประถมศึกษาให้สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณได้ คือ ชุดหุ่นยนต์ Lego Education Wedo 2.0 เพราะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการแก้ไขปัญหาและการทำงานเป็นกลุ่ม

จากข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษามานั้น พบว่า หมวดหมู่ของหุ่นยนต์ได้ตามการทำงานเป็น 2 ประเภทหลัก คือ 1) หุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ 2) หุ่นยนต์ที่เคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ ระบบโดยรวมของหุ่นยนต์นั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ การรับข้อมูล การประมวลผล และการแสดงผลของข้อมูล หรือการแบ่งระบบตามการบังคับคือ บังคับด้วยมือหรือคำสั่ง และระบบอัตโนมัติ ซึ่งการนำชุดหุ่นยนต์มาใช้ประโยชน์ในวงการศึกษานั้นเป็นไปอย่างกว้างขวาง การใช้ชุดหุ่นยนต์เป็นสื่อในการเรียนรู้นั้นทำให้ผู้เรียนได้เห็นผลของการทำงานของโปรแกรมในรูปแบบที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ เกิดการเรียนรู้เชิงรุก ผู้เรียนได้ปฏิบัติการแก้ไขปัญหาจริงจากการค้นคว้าสู่การเป็นผู้สร้างสรรค์ผลงาน

และนอกจากนั้นชุดหุ่นยนต์ยังช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีที่เป็นสิ่งสำคัญกับโลกในอนาคต ในการนำความรู้มาใช้ในการงานวิจัยนั้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้หุ่นยนต์ประเภทเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระมาใช้ คือ Lego Education Wedo2.0 ซึ่งเป็นชุดหุ่นยนต์ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลและมีผลวิจัยรองรับว่าสามารถพัฒนาการคิดเชิงคำนวณได้ ซึ่งเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบขึ้น สามารถเคลื่อนที่หุ่นยนต์ในการทำภารกิจแบบต่าง ๆ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้การเขียนโปรแกรมผนวกกับการบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์ เป็นต้น นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลอันเป็นประโยชน์มาใช้ในการเตรียมเนื้อหา การเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับจุดประสงค์ของการเรียนการสอน ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้หรือรูปแบบในการจัดการเรียนรู้ที่เป็นแบบแผน โดยการอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้แนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ณัฐกร (2553) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ว่า เป็นการเรียนรู้ที่ต้องให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered learning) จัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มขนาดเล็ก โดยเน้นการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ ซึ่งลักษณะของปัญหาสามารถหาคำตอบได้หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้แก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ บทบาทของผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก หรือให้คำแนะนำ พร้อมทั้งประเมินผลจากการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง

พรจิต (2553) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ว่า เป็นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาในการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดเกี่ยวกับปัญหานั้น นำไปสู่การตั้งสมมติฐาน ความเป็นไป สาเหตุของปัญหานั้น การค้นคว้าข้อมูลเพื่อนำมาแก้ปัญหา ผู้เรียนนั้นอาจจะไม่มีความรู้ในเรื่องปัญหาที่ได้รับมาก่อน แต่อาจใช้ประสบการณ์ความรู้ที่มีอยู่จากการเรียนมา เนื้อหาที่นำมาจัดการเรียนรู้ต้องบูรณาการหลายวิชาเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้ดึงความรู้จากวิชาต่าง ๆ มาอธิบายหรือใช้แก้ปัญหา การเรียนรู้แบบกลุ่มย่อย ที่ผู้เรียนจะได้ช่วยเหลือ แลกเปลี่ยนความรู้ ภายในกลุ่ม โดยมีผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกให้เท่านั้น

นฤมล (2554) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ไว้ว่า เป็นเครื่องมือในการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตัวเอง ผึกการคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาาร่วมกันโดยการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการทํางาน เป็นทีมเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นำมาซึ่งความรู้ในการแก้ไขปัญหา

ไพศาล (2558) วิธีการเรียนรู้ที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีการสร้างความรู้ขึ้นใหม่จากปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้ผู้เรียนนั้นเกิดการคิด ในหลากหลายรูปแบบจากการมุ่งแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งได้รับความรู้ในศาสตร์ที่ศึกษาไป พร้อม ๆ กัน

นนทกร (2559) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) คือ เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนาความสามารถที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนที่เป็นกลุ่มขนาดเล็ก ครูผู้สอนจะใช้ ปัญหาในชีวิตประจำวันกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการคิด จนกระทั่งนักเรียนเกิดการค้นคว้าข้อมูลและ นำข้อมูลไปแก้ปัญหา นำไปสู่การเกิดความรู้ด้วยตนเอง โดยปัญหาที่ใช้อาจจะใช้การเรียนรู้ จากสถานการณ์จริงหรือการจำลองก็ได้

ชลาริป (2560) ได้ให้ความหมายของ Problem-Based Learning ว่า เป็นการ จัดประสบการณ์เรียนรู้โดยกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาขึ้นมา มีกระบวนการกลุ่มในการ ทำงานร่วมกัน การแสดงความคิดเห็น การสืบค้นข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เลือกริธีแก้ปัญหา อย่างเหมาะสม และนำเสนอวิธีแก้ปัญหาให้ผู้อื่นได้รับทราบ

Barrows (1986) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) คือ สภาพแวดล้อมที่ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านปัญหาที่สามารถส่งเสริมการทำงานของ ผู้เรียนได้ โดยผู้เรียนต้องใช้ความรู้และทักษะในกระบวนการแก้ปัญหา ดังนั้นกระบวนการจัดการ เรียนรู้จำเป็นจะต้องพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเรียนรู้และค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการเรียนรู้แบบกลุ่ม การสะท้อนคิด และการประเมินผลด้วยตนเอง เพื่อให้การเรียนรู้โดย ใช้ปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพสูงสุด

Woods (1994) กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ กิจกรรมการเรียนรู้ ที่จัดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ภายใต้ความต้องการ และบริบทของผู้เรียนที่สามารถ ใช้ความรู้และทักษะที่จะเรียนรู้ได้ โดยการใช้ความรู้ที่มีอยู่แก้ไขสถานการณ์หรือปัญหานั้น

Finkle และ Torp (1995) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ว่า ระบบการสอนที่ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและพัฒนาความรู้ควบคู่กัน โดย

สภาพแวดล้อมที่ใช้จัดการเรียนรู้จะต้องเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน อีกทั้งมีลักษณะสะท้อนสภาพปัญหาที่แท้จริง

ตาราง 3 การสังเคราะห์ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

	ใช้ปัญหากระตุ้นผู้เรียน	ผู้เรียนเกิดความรู้ด้วยตนเอง	ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา	การฝึกคิดวิเคราะห์	ทำงานเป็นทีม	มีการกำหนดปัญหาให้ผู้เรียน	พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา	การค้นคว้าความรู้	มีการประเมินตนเอง	มีการนำเสนอวิธีแก้ปัญหา
พรจิต (2553)	✓		✓		✓			✓		
ณัฐกร (2553)	✓	✓	✓			✓				
นฤมล (2554)	✓	✓	✓	✓	✓					
ไพศาล (2558)	✓	✓								
นนทกร (2559)	✓	✓	✓			✓		✓		
ชลธิป (2559)					✓			✓		✓
Woods (1994)			✓			✓				
Finkle และ Torp (1995)			✓				✓			
Barrows (1986)			✓				✓		✓	
ชลธิป สมาหิโต (2559)					✓			✓		✓

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นสามารถสรุป ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) ได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดพฤติกรรมความต้องการที่จะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะมีการพัฒนาการคิดแก้ปัญหาควบคู่ไปกับความรู้อื่น ๆ ผู้สอนจะเป็นผู้สนับสนุนหรืออำนวยความสะดวกประสบการณ์เรียนรู้ให้ ผู้เรียน ผ่านกระบวนการระดมความคิดของผู้เรียน มีการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น มีปฏิสัมพันธ์ มุ่งเน้นในกระบวนการแก้ไขปัญหา โดยปัญหาที่ถูกนำมาใช้นั้นจะเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือเกิดจากการจำลองสถานการณ์ก็ได้

3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า มีนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้หลากหลาย สามารถสรุปได้ดังนี้

ณัฐกร (2553) ได้สรุปขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. เตรียมความพร้อมผู้เรียน

1.1 ชี้แจงเงื่อนไข เป็นขั้นที่ผู้สอนชี้แจงเป้าหมายของการเรียน ขั้นตอนและวิธีการเรียนการสอน รวมถึงสื่อ เครื่องมือ บทบาทของผู้เรียนและผู้สอน การแบ่งกลุ่ม ตลอดจนระยะเวลาในการจัดเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เข้าใจตรงกัน

1.2 แบ่งกลุ่มผู้เรียน เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะถูกแบ่งเป็นกลุ่มย่อย ประมาณ 5-8 คน ภายในกลุ่มจะเฉลี่ยระดับความรู้ของผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) ทั้งนี้การแบ่งกลุ่มจะต้องคำนึงถึงพฤติกรรมการทำงานของผู้เรียนด้วย จากนั้นแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกภายในกลุ่ม

1.3 ฝึกอบรม ผู้สอนสาธิตและให้ผู้เรียนทดลองปฏิบัติการใช้งานของเครื่องมือที่นำมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้

2. เสนอสถานการณ์ปัญหา

2.1 เกริ่นนำ ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยพูดเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนกับสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้

2.2 นำเสนอสถานการณ์ ผู้สอนนำเสนอกรณีตัวอย่างในบริบทต่าง ๆ พร้อมทั้งบอกรายละเอียดที่จำเป็น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น

2.3 แจกวัสดุประสงค์ ผู้สอนเลือกพูดท้าทาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากแก้ปัญหาที่ผู้สอนเสนอไปตอนต้น

2.4 บอกแหล่งข้อมูล ผู้สอนแนะนำแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และจะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาของผู้เรียน

3. กำหนดกรอบการศึกษา

3.1 เข้าใจปัญหา ผู้เรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์จากโจทย์ที่ผู้สอนกำหนด โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจปัญหาตรงกันทุกคน

3.2 สร้างสมมติฐาน ผู้เรียนระดมสมองร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิด พร้อมตั้งสมมติฐานความเป็นไปได้ของแนวทางการแก้ปัญหา

3.3 กำหนดประเด็นการเรียนรู้ ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วพิจารณาความสอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้

3.4 วางแผนงาน กลุ่มผู้เรียนวางแผน เพื่อกำหนดขอบเขต แนวทางการแก้ปัญหาที่ชัดเจน และแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ

4. ค้นคว้าข้อมูล

4.1 สืบค้น สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนต่างสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทั้งภายในและภายนอกตามความรับผิดชอบที่ได้รับมอบหมาย

4.2 บันทึก ผู้เรียนต้องบันทึกความรู้ที่ได้จากการสืบค้น

4.3 รายงานความคืบหน้า สมาชิกในกลุ่มแต่ละกลุ่มรายงานผลการสืบค้นของแต่ละคน เพื่อดูภาพรวม และหาช่องว่างของข้อมูลที่ยังสืบค้นไม่ทั่วถึง

5. เลือกแนวทางแก้ปัญหา จัดลำดับแนวทาง นำข้อมูลที่สืบค้นมาจัดลำดับแนวทางการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด

5.1 ตรวจสอบ/ทดลอง นำแนวทางการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้ไปทดลองร่วมกับเครื่องมือ หรือนำไปขอความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

5.2 ค้นคว้าเพิ่มเติม หลังจากการทดลองแนวทางการแก้ปัญหาหากมีผลที่ไม่ชัดเจน ให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้แนวทางการแก้ปัญหามีความสมบูรณ์มากขึ้น

5.3 สรุปผล สมาชิกร่วมกันสรุปผลการเรียนรู้ที่สามารถพิสูจน์สมมติฐาน

6. นำเสนอผลงาน

6.1 นำเสนอผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการแก้ปัญหาให้กับเพื่อนร่วมชั้น

6.2 วิจารณ์ผลงาน ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสอบถาม เสนอความคิดเห็น ต่อผลการแก้ปัญหา

6.3 เผยแพร่ผลงาน ผู้เรียนเผยแพร่ที่นำเสนอ หลักการ แนวคิด และแนวทางแก้ปัญหาต่อผู้สนใจ

ไพศาล (2558) ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และระดับอุดมศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่อาศัยลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบ PBL เป็นกรอบใน

การออกแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ จากผลการศึกษาพบว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

รูปแบบที่ 1 แบบ 7 ขั้นตอน มีลักษณะของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. Clarifying Unfamiliar Terms กลุ่มผู้เรียนทำความเข้าใจคำศัพท์ ข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหาให้ชัดเจน โดยอาศัยความรู้พื้นฐานของสมาชิกในกลุ่ม หรือการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารตำราหรือสื่ออื่น ๆ

2. Problem Definition กลุ่มผู้เรียนระบุปัญหาหรือข้อมูลสำคัญร่วมกัน โดยทุกคนในกลุ่มเข้าใจปัญหา เหตุการณ์ หรือ ปรากฏการณ์ใดที่กล่าวถึงในปัญหานั้น

3. Brainstorm กลุ่มผู้เรียนระดมสมองวิเคราะห์ปัญหา และหาเหตุผลมาอธิบาย โดยใช้ความรู้เดิมของตนเองและสมาชิกกลุ่ม เป็นการช่วยกันคิดอย่างมีเหตุมีผล สรุปความรู้และแนวคิดของกลุ่มเกี่ยวกับปัญหา เพื่อนำไปสู่การสร้างสมมติฐานเพื่อใช้แก้ปัญหา

4. Analyzing the problem กลุ่มผู้เรียนอธิบายและตั้งสมมติฐาน ที่เชื่อมโยงกันกับปัญหาตามที่ได้ระดมสมองกัน แล้วนำผลมาจัดลำดับความสำคัญ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. Formulating Learning Issues กลุ่มผู้เรียนกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อค้นหาข้อมูลที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนสามารถอธิบายได้ว่าความรู้ส่วนใดที่ตนเองรู้แล้ว ส่วนใดบ้างต้องทบทวน ส่วนใดบ้างที่ยังเข้าใจหรือจำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่ม

6. Self-Study ผู้เรียนค้นคว้าสารสนเทศจากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning)

7. Reporting จากรายงานข้อมูลสารสนเทศใหม่ที่ได้เข้ามา กลุ่มผู้เรียน นำมาอภิปราย วิเคราะห์ สังเคราะห์ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แล้วสรุปเพื่อนำไปใช้ในโอกาสต่อไป

รูปแบบที่ 2 แบบ 9 ขั้นตอน มีลักษณะของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. อ่านสถานการณ์ ทำความเข้าใจกับคำและความหมายของคำ โดยใช้ความรู้พื้นฐานของสมาชิกภายในกลุ่ม หรือเอกสาร ตำรา

2. นิยามปัญหา โดยแสวงหาคำความคิดเห็นแบบระดมสมองอย่างมีเหตุผล และวิจารณ์

3. วิเคราะห์ปัญหา โดยแสวงหาคำความคิดเห็นแบบระดมสมองอย่างมีเหตุผล และวิจารณ์

4. ตั้งสมมติฐาน โดยพยายามตั้งสมมติฐานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

5. ลำดับความสำคัญของสมมติฐาน พิจารณาสมมติฐาน เพื่อหาข้อยุติที่
ปฏิเสธสมมติฐานได้

6. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้จากสมมติฐาน พิจารณาว่าต้องใช้
ความรู้เรื่อง อะไรบ้าง

7. ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมภายนอกกลุ่ม เช่น เอกสาร ตำรา ผู้เชี่ยวชาญ

8. สังเคราะห์ค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม จากภายนอกกลุ่ม เช่น เอกสาร

ตำรา ผู้เชี่ยวชาญ

9. สรุปการเรียนรู้หลักการ แนวคิดจากการแก้ปัญหา โดยนำเสนอความรู้
มาเสนอต่อสมาชิก

รูปแบบที่ 3 แบบ 10 มีลักษณะของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ผู้เรียนเผชิญปัญหาที่มีความคลุมเครือ
2. ผู้เรียนถามคำถาม ในสิ่งที่สนใจจากสถานการณ์ปัญหา - โดยใช้
IPF question

3. การดำเนินการค้นหา จากการใช้คำถาม IPF
4. เขียนแผนผังการค้นปัญหา และจัดลำดับความสำคัญ
5. การสำรวจปัญหา/สืบเสาะ เพื่อช่วยกำหนดการวางแผนของกลุ่ม
6. การวิเคราะห์ โดยผู้เรียนรับผิดชอบต่อการวิเคราะห์ที่กำหนดขึ้น
7. การเรียนรู้ซ้ำ เป็นการเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้ต่อกัน เกิดความเข้าใจใหม่
และนำไปใช้แก้ปัญหาและนิยามปัญหา ถ้าไม่ชัดเจนไปเรียนรู้เพิ่ม

8. การสร้างแนวคำตอบและคำแนะนำ เป็นการสร้างความรู้จากผลที่ได้
9. อธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นพบ โดยครูจะเป็นผู้ถามนักเรียน
เกี่ยวกับสิ่งที่ได้ทำ การค้นพบของนักเรียน

10. การประเมินผลลัพธ์ โดยครู ผู้เรียน และเพื่อน คือ การประเมิน
ผลลัพธ์ การค้นหาและปัญหาที่แท้จริงร่วมกัน รวมถึงการได้มาซึ่ง ความรู้
ของตนเอง โดยสร้างเกณฑ์การประเมิน (Rubric Scoring) เพื่อใช้การประเมินผลต่าง ๆ

รูปแบบที่ 4 แบบ 11 ขั้นตอน มีลักษณะของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. การจัดกลุ่ม

2. การกำหนดวัตถุประสงค์

3. การศึกษาปัญหาและรายละเอียดของปัญหา

4. การระบุประเด็นในการแก้ปัญหา
5. การกำหนดวัตถุประสงค์ของแนวทางในดำเนินการ
6. การระบุข้อมูลที่จะต้องศึกษา
7. การกำหนดสภาพแวดล้อมและแหล่งเรียนรู้
8. การสร้างการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการรวบรวมความรู้จากการค้นคว้า
9. ทบทวนความเข้าใจกับความรู้ที่ได้รับใหม่
10. เลือกวิธีแก้ปัญหา/นำเสนอการแก้ปัญหา
11. การประเมินผล

สิริวัฒน์ (2560) ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการทดลองกับนักศึกษาพยาบาล ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนสำคัญ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งบทบาทของผู้สอน และผู้สอนไว้อย่างชัดเจน มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 4 การขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากการสังเคราะห์ของสิริวัฒน์ อายุวัฒน์ (2560)

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
1. เสนอสถานการณ์และ แลกเปลี่ยนข้อมูล	เสนอสถานการณ์ ปัญหาที่ เหมาะสมกับการเรียนรู้และ เป้าหมายของการเรียน และสร้าง บรรยากาศการเรียนรู้ให้ผู้เรียน สบายใจที่จะแลกเปลี่ยนความรู้ กันมากที่สุด	แลกเปลี่ยนความรู้และข้อมูลเดิม รวมทั้งความคิดของผู้เรียน ภายในกลุ่ม ร่วมกันวิเคราะห์ ไตร่ตรอง คิดอย่างมี วิจารณญาณร่วมกับเพื่อน ภายในกลุ่ม

ตาราง 4 ต่อ

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
2. สร้างสมมติฐาน	สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ ตั้ง คำถามกระตุ้นผู้เรียนให้ผู้เรียน แสดงทักษะการคิดวิเคราะห์ คิด อย่างมีเหตุผล และให้ผล ป้อนกลับต่อผู้เรียน	ระดมสมองเพื่อสร้างสมมติฐาน ตั้งคำถามที่ต้องการจะทราบ จากสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอน กำหนด อาจจัดทำเป็นแผนผัง ความคิด
3. กำหนดวัตถุประสงค์ การเรียนรู้	ผู้สอนตั้งคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิด ความคิดวิเคราะห์มากที่สุด ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ อีกทั้ง ประเมินผลกระบวนการเรียนรู้ของ ผู้เรียน พร้อมทั้งให้ผลป้อนกลับ ของผู้เรียน	ผู้เรียนร่วมกันกำหนด วัตถุประสงค์การเรียนรู้ จากแหล่งข้อมูลที่สืบค้น เพื่อให้ เข้าใจสถานการณ์ที่ผู้สอน กำหนดมากขึ้น
4. อภิปราย และคิด วิเคราะห์ข้อมูล	ผู้สอนสนับสนุนการเรียนรู้ อำนวย ความสะดวก และตั้งคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนไปในทิศทางตาม วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เรียนนำข้อมูลที่ศึกษามา แลกเปลี่ยนความรู้ วิเคราะห์ อภิปรายข้อมูลร่วมกัน เพื่อหา ข้อสรุป
5. ประยุกต์ใช้ความรู้กับ สถานการณ์	ผู้สอนตั้งคำถาม ชี้ประเด็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นถึงแนวทางการ แก้ปัญหาต่อไป	ผู้เรียนนำความรู้และข้อมูลที่ได้ จากการค้นคว้าหาความรู้มา ประยุกต์ใช้แก้ปัญหา หรือ สถานการณ์ที่ผู้สอนเสนอ พร้อม จัดทำแผนงานโครงการนำเสนอ ผล

Lawlor (2014) ได้เสนอกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 8 ขั้นตอน

ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหาให้กับผู้เรียน พร้อมทั้งแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และเป็นประโยชน์ให้กับผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 2 ผู้เรียนแลกเปลี่ยนข้อมูล ความรู้ ความคิดเห็นภายในกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 สร้างสมมติฐานการเรียนรู้ตามสถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนได้รับ

ขั้นตอนที่ 4 ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อมาสนับสนุนสมมติฐาน แนวทางการแก้ปัญหา ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 รวบรวมข้อมูลที่ค้นคว้า แล้วแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในกลุ่ม เพื่อให้ได้การแก้ไขปัญหาลึกซึ้งมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 อภิปราย และวิเคราะห์ข้อมูลจากการสืบค้นเชิงลึกของสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 7 สรุปผลจากการอภิปราย และวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกันภายในกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 8 ประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยประเมินกระบวนการ (Process Evaluation) และประเมินความรู้รวบยอด (Summative Evaluation)

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จิตินันท์ (2560) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก โดยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 ขั้นตอน คือ 1.ขั้นกำหนดปัญหา 2.ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า 3.ขั้นสังเคราะห์ความรู้ 4.ขั้นสรุปผล 5.ขั้นนำเสนอและประเมินผล ผลวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลัง เรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิมพ์ใจ (2560) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหา รวมถึงเจตคติในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบผลการวิจัยและข้อเสนอแนะที่น่าสนใจ คือ 1) ในการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1 และ 2 มีปัญหาเพราะนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหาด้วยตนเอง อาจเพราะนักเรียนคุ้นเคยกับรูปแบบการสอนที่ครูเป็นผู้ป้อนเนื้อหาเป็นส่วนมาก การทำความเข้าใจปัญหาเป็นเรื่องสำคัญเพราะเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ทั้งหมด ครูจึงควรนำเสนอปัญหาที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้นมากขึ้น และให้คำแนะนำนักเรียนเมื่อพบปัญหา 2) ควรให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานของตนเองภายหลังการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงข้อดีข้อบกพร่องของกลุ่มต่าง ๆ และกลุ่มตนเอง นักเรียนจะมีความตั้งใจในการพัฒนาผลงานให้ดีขึ้นกว่าเดิม มีความกล้าแสดงออกที่จะนำเสนอผลงาน 3) เนื่องจากงานวิจัยนี้มีแบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลเพียงอย่างเดียว ดังนั้นในงานวิจัยครั้งต่อไปควรมีวิธีที่ใช้ประเมินความสามารถที่มีความหลากหลายเช่น แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ เป็นต้น

CHENG และ Xiang (2016) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเขียนโปรแกรมภาษา C เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยและได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้ 1) การออกแบบปัญหา คือ การออกแบบประเด็นปัญหาตามลักษณะ บริบท ที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ 2) การจัดกลุ่ม คือ การจัดกลุ่มผู้เรียนโดยอาศัยการคัดเลือกผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง กลาง อ่อน เข้าไปอยู่ในกลุ่มเดียวกัน 3) การศึกษาร่วมกัน คือ การทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่ใช้แก้ปัญหาาร่วมกันเป็นกลุ่ม 4) การอภิปราย คือ การรวบรวมข้อมูลมาแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน 5) การสรุปผล คือ ครูจะเป็นผู้จัดการอภิปรายสรุปผลเพื่ออธิบายถึงจุดเด่นและจุดด้อยของงาน และได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการคิดเชิงคำนวณ ภายหลังจากขั้นการออกแบบปัญหา ดังนี้

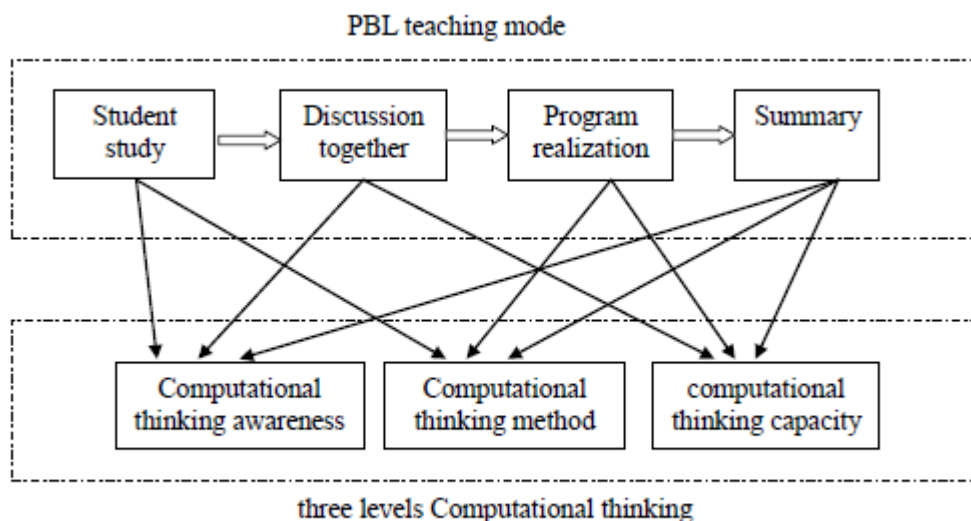


Figure 3. PBL combination between teaching method & computational thinking.

ภาพประกอบ 12 การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
กับการคิดเชิงคำนวณ (Cheng, 2016)

ผลการวิจัยพบว่า การสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเขียนโปรแกรมภาษา C เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสามารถช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ ซึ่งการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา C เป็นส่วนที่สำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ เนื่องจากผู้เรียนเกิดการคิด วิเคราะห์ และออกแบบวิธีแก้ปัญห หรือที่เรียกว่า อัลกอริทึมของโปรแกรม นอกจากนั้นการเรียนรู้โดยการใชปัญหาเป็นฐานช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ สามารถเรียนรู้ ค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากการทำงานเป็นทีม มีการเชื่อมโยงความรู้ข้อเท็จจริงจากการใช้คอมพิวเตอร์ มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาคอมพิวเตอร์ และช่วยยกระดับเพิ่มขีดความสามารถของการคิดเชิงคำนวณได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ มีการสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณที่ถูกสังเคราะห์และนำมาใช้เป็นตัวแปรที่ศึกษา โดยสิ่งที่มีความคล้ายคลึงกันของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้นั้นคือ การกำหนดปัญหาหรือการทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้เรียนจะต้องเข้าใจปัญหาให้ชัดเจนหรือรับรู้สถานการณ์ปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้นให้ถูกต้อง ต่อมาคือการระดมความคิดหรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นการระดมสมองเพื่อช่วยกันแก้ไขปัญหาจากการที่สมาชิกผ่านการเผชิญปัญหาที่พบแล้วนำสิ่งที่ได้มาแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน นำไปสู่การร่วมกันแก้ไขปัญหา

โดยการออกแบบวิธีแก้ไขตามสมมติฐานที่ร่วมกันสร้างขึ้น นั้นสุดท้ายที่มีความคล้ายคลึงกันคือ การสรุปผล ประเมิน หรือการแสดงผลย้อนกลับสะท้อนการแก้ปัญหาของผู้เรียน อาจจะเป็นโดยครูผู้สอน โดยเพื่อนนักเรียนกลุ่มอื่น หรือตัวผู้เรียนเอง ซึ่งการนำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการเรียนเรื่องการเขียนโปรแกรมสามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้จริง นอกจากนั้นยังสามารถพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนได้ ควบคู่ไปกับการเรียนรู้ในด้านเนื้อหา คือ การคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกันกับผู้อื่น ความกล้าแสดงออกในการนำเสนอผลงาน หรือวิธีการในการแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้กับแนวทางในการจัดการเรียนการสอนของตนเอง คือ 1) ครูควรนำเสนอปัญหาที่กระตุ้นผู้เรียนให้คิดอย่างกระตือรือร้น 2) นักเรียนควรนำเสนอผลงานของตนเองภายหลังกิจกรรม นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานให้มีความเหมาะสมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทั้งหมด 7 ชั้นตอน มีรายละเอียดของขั้นตอน ดังนี้

1) การเผชิญปัญหา (Acknowledging Problem) คือ การที่ผู้สอนทำการกำหนดหรือ ชี้แจงประเด็นปัญหาให้ผู้เรียนทราบว่าจะอะไรคือปัญหา มีรายละเอียด กติกา กฎเกณฑ์อย่างไร และผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาด้วยตนเอง รับรู้ถึงรายละเอียดของปัญหาที่จะต้องทำการแก้ไข อันก่อให้เกิดการตั้งคำถามหรือสมมติฐานที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา

2) การทำความเข้าใจปัญหา (Clarifying the problem) การที่ผู้เรียนทำความเข้าใจกับข้อมูล สถานการณ์ ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูล ตั้งคำถามหรือข้อสงสัยที่ต้องการทราบเพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหา

3) การแบ่งกลุ่ม (Create a group) การที่ผู้เรียนแบ่งกลุ่มการแก้ไขปัญหาออกเป็นกลุ่มละ 3-5 คน อย่างมีเงื่อนไข คือ จะต้องแบ่งหน้าที่การทำงานหรือด้วยเหตุผลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถช่วยเหลือและใช้ความสามารถของตนเองในการแก้ไขปัญหาได้ดีที่สุด

4) การระดมความคิด (Brainstorming) การที่ผู้เรียนร่วมกันระดมความคิดในการวิเคราะห์ข้อมูล ออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาและแบ่งหน้าที่การทำงานร่วมกัน ใช้การตัดสินใจร่วมกันเป็นกลุ่มโดยยึดหลักประชาธิปไตย นำไปสู่แบบแผนของการแก้ไขปัญหา

5) การแก้ปัญหาร่วมกัน (Solve Problem) การที่ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหามาตามแบบแผนที่วางไว้หรือการลองผิดลองถูก เป็นการร่วมมือในการแก้ไขปัญหาให้ลุล่วงก่อนการปรับปรุงแก้ไขปัญหา

6) การทดสอบการแก้ปัญหา (Inspect Solution) การที่ผู้เรียนทดสอบวิธีแก้ไข ปัญหาของกลุ่มตนเอง หากพบข้อผิดพลาดจะทำการระดมความคิดในการร่วมกันใหม่ เพื่อแก้ไขปัญหาลีกครั้ง ตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขปัญหานั้นจนกว่าจะพบความสำเร็จ

7) การนำเสนอการแก้ปัญหา (Present Solution) การที่ผู้เรียนนำเสนอปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน วิธีการแก้ไขปัญห ผลการแก้ไขปัญห และรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้อื่น เป็นการสะท้อนความคิดของตนเอง แบ่งปันการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ และวิธีการแก้ปัญหาที่ค้นพบจากกิจกรรม

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น พบว่า ได้มีการใช้ คำที่คล้ายคลึงกันในเอกสารทางวิชาการและงานวิจัย เช่น รูปแบบการสอน รูปแบบการจัดการ เรียนการสอน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดนั้นเป็นคำที่มีความหมายใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเนื้อหาของเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และสังเคราะห์ไว้ ดังนี้

4.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ปฏิบัติของการจัดการเรียนการสอนที่ถูกจัดขึ้นอย่างเป็นระเบียบ มีลำดับขั้นตอน ประกอบไปด้วยหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎี ที่ได้รับการยอมรับ มีการทดสอบประสิทธิภาพ และจัดกระบวนการสอนโดยอาศัยเทคนิคหรือวิธีการสอนที่ช่วยให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการสอน นั้น ๆ รูปแบบการสอนในแต่ละรูปแบบจะมุ่งเน้นในการพัฒนาผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับผู้สอนที่จะเป็นผู้เลือกใช้รูปแบบการเรียนรู้นี้กับผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ใด (พวงเพ็ญ อินทรประวัตติ, 2532; อังสุรีย์ พันธุ์แก้ว, 2558; ทิศนา ขมมณี, 2560; ศศิธร ศรีวงษ์ ญาติ, 2560)

4.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักวิชาการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้หรือรูปแบบการ จัดการเรียนรู้ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารงานวิจัย ของนักวิชาการศึกษาหลายท่าน จากนั้นนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ได้ ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ที่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพราะการจัดทำ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่มุ่งเน้นในการพัฒนาผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายที่ถูกกำหนดขึ้นอย่าง เฉพาะเจาะจง จึงจำเป็นต้องมีวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจนเพื่อเป็นแนวทาง สำหรับการพัฒนา

2. หลักการ ทฤษฎี หรือแนวคิดที่เป็นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพราะการจัดทำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ต้องอาศัยหลักการ ทฤษฎี หรือแนวคิดเพื่อช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและได้รับการยอมรับ มีมาตรฐานที่ชัดเจนในการพัฒนาผู้เรียนสู่การเรียนรู้เฉพาะด้าน

3. เทคนิค วิธีการ หรือกระบวนการเรียนการสอน เพราะการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้กับผู้เรียนโดยผู้สอนนั้น จะต้องมีการบวนการที่ชัดเจน เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และเกิดแบบแผนการปฏิบัติที่ชัดเจน

4. แนวทางการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ เพราะการอธิบายถึงวิธีการหรือแนวทางการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ซึ่งได้แก่ บริบทของผู้สอน บริบทของผู้เรียน และผลลัพธ์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ในกระบวนการนั้น จะช่วยให้ผู้สอนเข้าใจในกระบวนการ หลักการ แนวคิดในการพัฒนาผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น (ศรีสังข์, 2551; อังสุรีย์, 2558; เขมณี, 2560; ศรีวงษ์ญาติดี และ สงคราม, 2560)

4.3 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนหรือการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น มีนักวิชาการที่เสนอแนวคิด ขั้นตอน ของการพัฒนาไว้หลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ในการพัฒนาผู้เรียนเฉพาะด้าน เพื่อความชัดเจนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
2. ศึกษา วิเคราะห์ ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน
3. กำหนดกระบวนการจัดการเรียนรู้
4. กำหนดแนวทางของการนำไปใช้
5. ประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้
6. ปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้

(Joyce, 1996; รัฐกรณ์, ดร.สมสร, ดร.สุรัชย์, ดร.อำรงค์, และ ดร.สุนันท์, 2551; อังสุรีย์, 2558; ศรีวงษ์ญาติดี และ สงคราม, 2560)

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและสังเคราะห์นั้น ไปใช้ในการออกแบบ และพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นในการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ด้วยกิจกรรมชุดหุ่นยนต์ร่วมกับการใช้ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีแนวทางในการพัฒนารูปแบบ คือ 1. กำหนดจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2 ด้าน ได้แก่ ด้านที่

1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ และด้านที่ 2 คือ การศึกษาผลของการใช้รูปแบบ 2. ศึกษา วิเคราะห์ ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนในด้านขององค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ ทั้งหมด 4 องค์ประกอบคือ 1) การคิดแยกย่อยปัญหา (Decomposition) 2) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) 3) การระบุสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) และ 4) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) 3.กำหนดกระบวนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบของ 4. กำหนดแนวทางของการนำไปใช้โดยอธิบายบริบทระหว่างผู้สอนและผู้เรียนในชั้นตอนต่าง ๆ 5. ประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปทดลองใช้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาการสอน ด้านสื่อเทคโนโลยี และด้านการวัดประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อรับรองรูปแบบในการนำไปใช้ และ 6. ปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้อีกครั้งจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เมื่อผ่านการรองรับแล้วได้นำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นปรับปรุงอีกครั้งเพื่อให้รูปแบบสมบูรณ์สามารถใช้งานได้จริง

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัยและผลการวิเคราะห์

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) เป็นการวิจัยประเภทวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีรายละเอียดของการวิจัย ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ มีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

1.1 ประชากรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากคุณสมบัติ คือ มีการศึกษาในระดับปริญญาโทขึ้นไป หรือมีความเชี่ยวชาญในด้านการคิดเชิงคำนวณ หรือด้านเทคโนโลยี หรือด้านการวัดประเมินผล เป็นเวลามากกว่า 3 ปี ขึ้นไป หรือ มีตำแหน่งทางวิชาการในระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป เพื่อตรวจสอบหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยแบ่งเป็น

1.1.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

1.1.2 แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

1.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

1.1.4 แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย กิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

1.1.5 แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

1.1.6 แบบประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

ระยะที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

2.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ทั้งหมด 8 ห้อง จำนวน 240 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ทั้งหมด 1 ห้อง จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียน เป็นหน่วยสุ่ม

2. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) มีรายละเอียดในการพัฒนา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการสังเคราะห์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Joyce, 1996; รัฐกรรณ์ และคณะ, 2551; อังสุรีย์, 2558; ศรีวงษ์ญาติดี และ สงคราม, 2560) 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
2. ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน
3. กำหนดกระบวนการจัดการเรียนรู้
4. กำหนดแนวทางของการนำไปใช้
5. ประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้
6. ปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้

มีรายละเอียดของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยจุดมุ่งหมายของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ คือ การส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ตามองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณที่ผ่านการสังเคราะห์จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Atmatzidou และ Demetriadis, 2014; Curzon, Dorling, et al., 2014; School, 2014; Chen et al., 2017; บุญญพนธ์ และ พนมพร, 2559; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่

- 1) การคิดแยกย่อยปัญหา (Decomposition) คือ การแยกส่วนประกอบของปัญหาที่มีความแตกต่างกัน ออกจากกัน เพื่อให้ง่ายต่อการคิดแก้ปัญหา
- 2) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การนำส่วนประกอบของปัญหาที่มีความซ้ำ หรือคล้ายคลึงกัน มาช่วยในการแก้ปัญหา
- 3) การระบุสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) คือ การระบุความสำคัญของปัญหาโดยการแยกส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากส่วนสำคัญของปัญหา
- 4) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การออกแบบขั้นตอนของการแก้ปัญหา เป็นรูปแบบ ขั้นตอน คำสั่ง ที่มีความชัดเจน สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และนำไปสู่ปัญหาที่มีความคล้ายคลึงกันได้

2. ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน บทความทางวิชาการ แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย กิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ศึกษาข้อมูลแนวคิดเกี่ยวกับเนื้อหา ประกอบด้วย การวิเคราะห์ช่วงวัยของผู้เรียน ลักษณะการเรียนรู้ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียน รวมถึงหลักสูตรการศึกษา ผล การศึกษาที่คาดหวัง ที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องการคิดเชิงคำนวณ

2.2 ศึกษาข้อมูลแนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ วิธีการวัดและประเมินการ คิดเชิงคำนวณ วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิง คำนวณ

2.3 ศึกษาข้อมูลแนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรม Robotics ประกอบด้วย ความหมายของ Robotics ประเภทของ Robotics ประโยชน์ของการเรียนรู้โดยใช้ Robotics และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย Robotics

2.4 ศึกษาข้อมูลแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. กำหนดกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและสังเคราะห์หลักการ แนวคิด ทฤษฎี และวิธีการที่ช่วยสนับสนุนการ ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เพื่อนำมากำหนดกระบวนการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เหมาะสมกับ การส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณแก่ผู้เรียนจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (CHENG และ Xiang, 2016; Lawlor, 2014; ญัฐ กร, 2553; ไพศาล, 2558; สิริวัฒน์, 2560) โดยแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน คือ 1) การเผชิญปัญหา 2) การทำความเข้าใจปัญหา 3) การแบ่งกลุ่ม 4) การระดมความคิด 5) การแก้ปัญหาร่วมกัน 6) การ ทดสอบการแก้ปัญหา 7) การนำเสนอการแก้ปัญหา

3.2 กำหนดกระบวนการจัดการเรียนรู้ จากการสังเคราะห์ขั้นตอนการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้ง 7 ขั้นตอน ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมและกำหนดกระบวนการจัดการ เรียนรู้เพื่อให้เหมาะสมกับการดำเนินการสอนของครูและการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยแบ่ง

กระบวนการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้น สามารถสรุปได้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นออกแบบและแก้ไขปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบปัญหา และ ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอการแก้ปัญหา

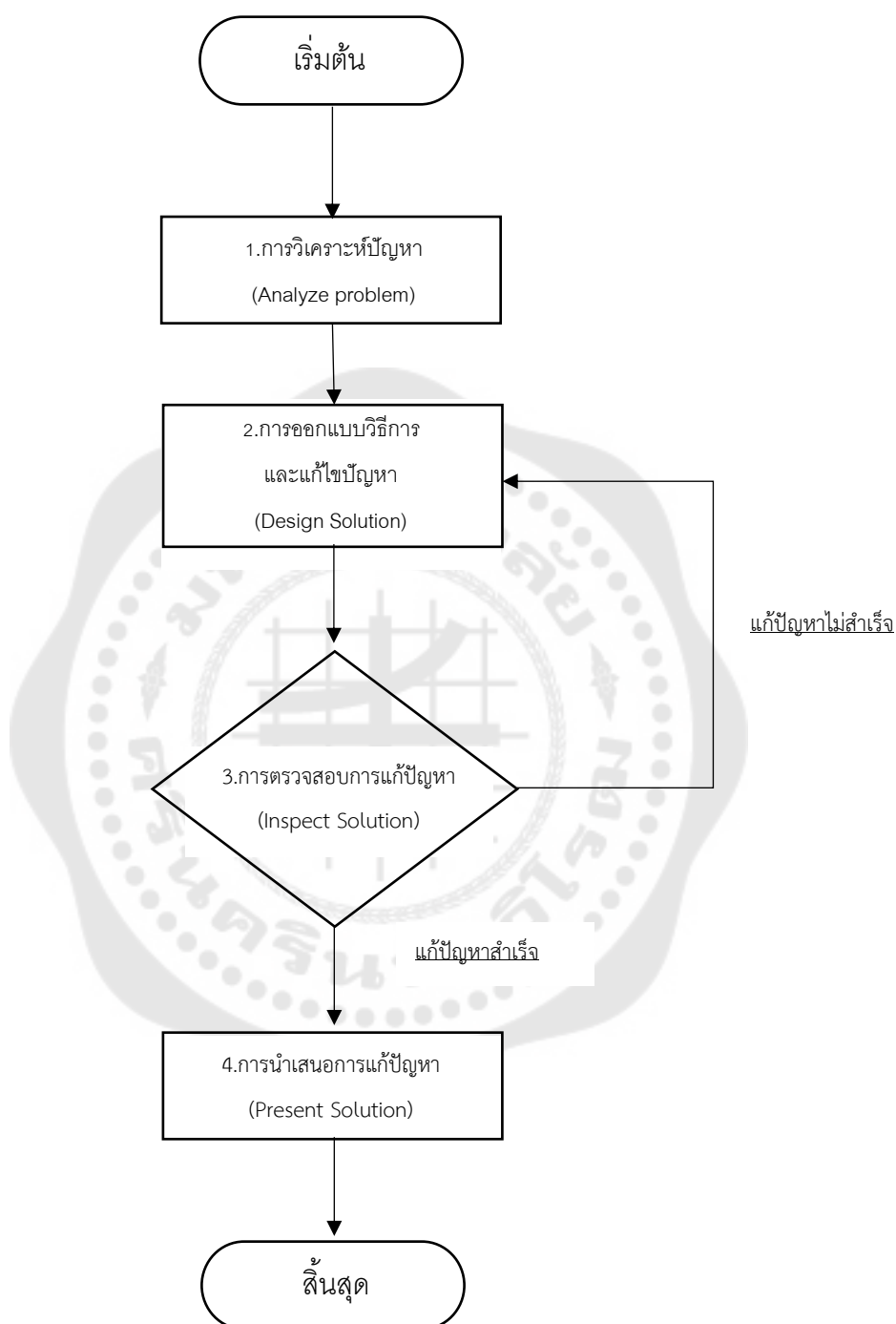
4. กำหนดแนวทางของการนำไปใช้ ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ และกำหนดกรอบแนวทางการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ เพื่อการนำไปใช้ ดังตาราง 5 ตาราง 5 แนวทางการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ไปใช้

กระบวนการจัดการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	บริบทของผู้สอน	บริบทของผู้เรียน	ผลลัพธ์ที่คาดหวังของผู้เรียน
ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ ปัญหา	1. การเผชิญปัญหา 2. การทำความเข้าใจปัญหา 3. การแบ่งกลุ่ม	ทำหน้าที่กระตุ้นผู้เรียนด้วยปัญหา และให้ความรู้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหามากที่สุด	รับรู้ ทำความเข้าใจปัญหา และแบ่งกลุ่มการเรียนรู้ กลุ่มละ 3-5 คน	เข้าใจปัญหา รับรู้ข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา แบ่งกลุ่มการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
ขั้นที่ 2 การออกแบบ วิธีการและการ แก้ไขปัญหา	4. การระดมความคิด 5. การแก้ปัญหา ร่วมกัน	ทำหน้าที่อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนร่วมกันทำงานอย่างเต็มที่	ระดมความคิด ตัดสินใจ แก้ไขปัญหาร่วมกัน	สามารถร่วมกันตัดสินใจ แบ่งหน้าที่การทำงาน แก้ไขปัญหาร่วมกันได้
ขั้นที่ 3 การตรวจสอบ การแก้ปัญหา	6. การทดสอบการแก้ปัญหา	ทำหน้าที่ชี้แจงข้อผิดพลาดให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดข้อผิดพลาด และค้นพบวิธีแก้ปัญหา	ลงมือแก้ไขปัญหา ร่วมกัน ตรวจสอบวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง คิดวิเคราะห์ข้อผิดพลาด และปรับปรุงวิธีแก้ไขปัญหา	สามารถ คิดวิเคราะห์ แก้ไขข้อผิดพลาด หรือปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นร่วมกันได้

ตาราง 5 ต่อ

กระบวนการจัดการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	บริบทของผู้สอน	บริบทของผู้เรียน	ผลลัพธ์ที่คาดหวังของผู้เรียน
ขั้นที่ 4 การนำเสนอ การแก้ไข ปัญหา	7. การนำเสนอ การแก้ปัญหา	สอบถาม ประเมิน ให้ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการแก้ไข ปัญหา	อธิบายหลักการ แนวคิด วิธีการ แก้ปัญหา ข้อผิดพลาดที่พบ รวมถึงวิธีการแก้ไข	สามารถอธิบาย วิธีการทำงาน ร่วมกัน วิธีการ แก้ปัญหา เสนอแนะ ความคิดเห็น ที่เป็นประโยชน์ ในการแก้ปัญหา ได้

ผังงานกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ



ภาพประกอบ 13 ผังงานกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

5. ประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยออกแบบวิธีการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

5.1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า มาสังเคราะห์และร่างแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้

5.2 นำร่างแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

5.3 ปรับปรุงร่างร่างแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เรื่องความถูกต้อง ความเหมาะสม การใช้ภาษาและนำไปปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้เนื้อหาในการประเมินมีองค์ประกอบทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ 1) ภาพรวมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ 3) แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ 4) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ และ 5) สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) มีเกณฑ์ในการตรวจพิจารณารายการประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน 1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าเหมาะสม

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าเหมาะสม

ให้คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าไม่เหมาะสม

นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อ โดยแปลความหมายถ้อยรายการประเมินที่มีค่า

$IOC \geq 0.5$ แสดงว่า รายการประเมินนั้นมีความเหมาะสม

$IOC \leq 0.5$ แสดงว่า รายการประเมินนั้นไม่มีความเหมาะสม

โดยการสรุปผลข้อมูลหาพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ นั้น มีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ถือว่าเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

5.4 นำแบบร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 1 ท่าน มีคุณสมบัติในความเชี่ยวชาญเทคโนโลยีการศึกษา มาเป็นระยะเวลา 5 ปี และผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดเชิงคำนวณจำนวน 1 ท่าน มีคุณสมบัติในความเชี่ยวชาญด้านการคิดเชิงคำนวณ มาเป็นระยะเวลา 3 ปี และด้านการวัดประเมินผล จำนวน 1 ท่าน มีคุณสมบัติในด้านความเชี่ยวชาญการวัดประเมินผล มาเป็นระยะเวลา 5 ปี เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน สามารถนำไปใช้ได้ (มีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00)

6. ปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาใช้ในการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลในขั้นต่อไป

2.2 แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดังนี้

2.2.1 ศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ และสังเคราะห์ บทความ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.2 กำหนดประเด็นการประเมินเพื่อพัฒนาร่างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.2.3 ร่างแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และการใช้ภาษา จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำ ซึ่งได้รายละเอียดของหัวข้อการประเมินทั้งหมด 5 องค์ประกอบ ดังนี้ ด้านที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ของรูปแบบฯ 2) องค์ประกอบของรูปแบบฯ 3) แนวทางการนำรูปแบบฯ ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ 4) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน 5) สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ด้านที่ 2 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ ได้แก่ 1) องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ 2) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ขั้นตอน 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ด้านที่ 3 ได้แก่ แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ ได้แก่ 1) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 กระบวนการ 2) บริบทของผู้สอนและผู้เรียน 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ด้านที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ ได้แก่ 1) ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ 2) สื่อที่ใช้ใน

การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ 3) เครื่องมือการวัดประเมินผลตามรูปแบบฯ และด้านที่ 5 สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ได้แก่ 1) คำอธิบายขั้นตอนการใช้งานชุดหุ่นยนต์ Lego Education Wedo 2.0 2) ความเหมาะสมของรูปภาพประกอบ 3) การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย

2.2.4 นำแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประกอบการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

2.3 แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ประกอบด้วย เอกสารที่แสดงรายละเอียดของการจัดการเรียนการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ผ่านการสังเคราะห์เป็น 7 ขั้นตอน คือ 1.การเผชิญปัญหา 2.การทำความเข้าใจปัญหา 3.การแบ่งกลุ่ม 4.การระดมความคิด 5.การแก้ปัญหาร่วมกัน 6.การทดสอบการแก้ปัญห และ 7.การนำเสนอการแก้ปัญห รวมถึงแบบประเมินชิ้นงาน แบบสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรม และเกณฑ์การวัดประเมินผล ซึ่งใช้ในการวัดผลการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณ (ตัวอย่างดังตาราง 6 และ 7) มีรายละเอียดและขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

2.3.1 ศึกษาเนื้อหา หลักสูตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดของ วิทยาการคำนวณ ด้านวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์

2.3.2 ออกแบบแบบร่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ แบบประเมินชิ้นงาน แบบสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรม และเกณฑ์การวัดประเมินผล จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ และสรุป

2.3.3 นำแบบร่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ แบบประเมินชิ้นงาน แบบสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรม และเกณฑ์การวัดประเมินผล เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อประเมินความถูกต้อง ความเหมาะสม การใช้ภาษา และการวัดประเมินผล

2.3.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ แบบประเมินชิ้นงาน แบบสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรม และเกณฑ์การวัดประเมินผล โดยจัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 1 ท่าน มีคุณสมบัติในความเชี่ยวชาญเทคโนโลยีการศึกษา มาเป็นระยะเวลา 5 ปี และผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดเชิง

จำนวนจำนวน 1 ท่าน มีคุณสมบัติในความสำเร็จด้านการคิดเชิงคำนวณ มาเป็นระยะเวลา 3 ปี และด้านการวัดประเมินผล จำนวน 1 ท่าน มีคุณสมบัติในด้านความสำเร็จการวัดประเมินผล มาเป็นระยะเวลา 5 ปี ประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) มีเกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

ให้คะแนน 1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าสอดคล้อง

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

ให้คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อ โดยแปลความหมายถ้าข้อคำถามที่มีค่า

$IOC \geq 0.5$ แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้อง

$IOC \leq 0.5$ แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้ไม่มีความสอดคล้อง

โดยการสรุปผลข้อมูลหากพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ นั้นที่มีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ถือว่าสอดคล้องสามารถนำไปใช้ได้ (มีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00)

ตาราง 6 ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกิจกรรม เรื่องเซ็นเซอร์

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ใช้คำสั่งการทำงานของเซ็นเซอร์อย่างถูกต้อง			
2	ประยุกต์ใช้โปรแกรมร่วมกับเซ็นเซอร์ได้อย่างเหมาะสม			
3	ปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรม			
4	อธิบายการออกแบบอัลกอริทึมอย่างมีเหตุผล			
5	แก้ไขปัญหาได้ทันเวลาที่กำหนด			

ตาราง 7 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการการสังเกตพฤติกรรมการทำงาน เรื่องเซ็นเซอร์

รายการประเมิน	คะแนน
ใช้คำสั่งการทำงานของเซ็นเซอร์อย่างถูกต้อง	
1. ใช้คำสั่งการทำงานของเซ็นเซอร์ได้ถูกต้องทั้งหมด	3
2. ใช้คำสั่งการทำงานของเซ็นเซอร์ได้ถูกต้องแต่ไม่ทั้งหมด	2
3. ใช้คำสั่งการทำงานของเซ็นเซอร์ไม่ถูกต้อง	1
ประยุกต์ใช้โปรแกรมร่วมกับเซ็นเซอร์ได้อย่างเหมาะสม	
1. ใช้โปรแกรมได้ตรงกับจุดประสงค์ และมีการประยุกต์ใช้กับคำสั่งอื่น ๆ	3
2. ใช้โปรแกรมได้ตรงกับจุดประสงค์ แต่ไม่มีการประยุกต์ใช้กับคำสั่งอื่น ๆ	2
3. ใช้โปรแกรมไม่ตรงกับจุดประสงค์ ไม่มีการประยุกต์ใช้กับคำสั่งอื่น ๆ	1
ปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรม	
1. มีการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดมากกว่า 2 ครั้งขึ้นไป	3
2. มีการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดไม่เกิน 1 ครั้ง	2
3. ไม่มีการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาด	1
อธิบายการออกแบบอัลกอริทึมอย่างมีเหตุผล	
1. อธิบายการออกแบบอัลกอริทึมจากการใช้เหตุผลได้ชัดเจน	3
2. อธิบายการออกแบบอัลกอริทึมจากการใช้เหตุผลได้ไม่ชัดเจน	2
3. อธิบายการออกแบบอัลกอริทึมจากการใช้เหตุผลไม่ได้	1
แก้ไขปัญหาได้ทันเวลาที่กำหนด	
1. ทำกิจกรรมสำเร็จได้ตามเวลาที่กำหนด	3
2. ทำกิจกรรมสำเร็จแต่เกินเวลาที่กำหนด	2
3. ไม่สามารถทำกิจกรรมให้สำเร็จได้	1

ระดับเกณฑ์ตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน

ระดับคุณภาพ

14 – 15

การเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหายอยู่ในระดับดีมาก

11 – 13

การเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหายอยู่ในระดับดี

8 – 10

การเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหายอยู่ในระดับปานกลาง

5 – 7

การเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหายอยู่ในระดับควรพัฒนา

2.3.5 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ฯ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งได้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ มีโครงสร้างในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 6 กิจกรรม จำนวน 8 ชั่วโมง คือ 1) กิจกรรมเจ้าปัญหาและเจ้าปัญญา 2) กิจกรรมนายช่างตัวน้อย 3) กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 1 4) กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 2 5) กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 1 6) กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 2 แบบประเมินชิ้นงาน แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน กิจกรรม และเกณฑ์การวัดประเมินผล

2.3.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ฯ ที่ถูกพัฒนาแล้วไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

2.4 แบบประเมินแผนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

2.4.1 ศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ และสังเคราะห์ บทความ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.2 กำหนดประเด็นการประเมินเพื่อพัฒนาร่างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ

2.4.3 ร่างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และการใช้ภาษา จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำ ซึ่งได้แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีหัวข้อทั้งหมด 10 หัวข้อ ดังนี้ 1) แผนมีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและสัมพันธ์กัน 2) เนื้อหา/สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ 3) กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ 4) กิจกรรมเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถและวัยของผู้เรียน 5) กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งเน้นการแก้ปัญหา 6) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดการคิดเชิงคำนวณ 7) กิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น 8) สื่อ/แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์ 9) สื่อ/แหล่งเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดการคิดเชิงคำนวณ 10) วิธีการวัดผลและเครื่องมือสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกิจกรรม

2.4.4 นำแบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 1 ท่าน มีคุณสมบัติในความเชี่ยวชาญเทคโนโลยีการศึกษา มาเป็นระยะเวลา 5 ปี และผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดเชิงคำนวณจำนวน 1 ท่าน มีคุณสมบัติในความเชี่ยวชาญด้านการคิดเชิงคำนวณ มาเป็น

ระยะเวลา 3 ปี และด้านการวัดประเมินผล จำนวน 1 ท่าน มีคุณสมบัติในด้านความเชี่ยวชาญการวัดประเมินผล มาเป็นระยะเวลา 5 ปี เพื่อประกอบประกอบการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ

2.5 แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ เป็นแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณประเภทปรนัย ที่ผ่านการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (González, 2015); Brackmann et al, 2017;; Chen et al, 2017; Jaipal-Jamani และ Angeli, 2017) จำนวน 16 ข้อ คะแนนเต็ม 16 คะแนน โดยเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยซึ่งเป็นการทดสอบความรู้ความเข้าใจในด้านองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1. การแยกย่อยปัญหา 2. การจดจำรูปแบบ 3. การคิดเชิงนามธรรม 4. การออกแบบอัลกอริทึม มีรายละเอียดและขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

2.5.1 ศึกษารายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ในการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ เพื่อนำเนื้อหามาร่างข้อคำถาม และเกณฑ์การประเมินผล

2.5.2 ศึกษาหลักการ วิธีการวัดและประเมินเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งอยู่ในรูปแบบของแบบทดสอบแบบปรนัยและอัตนัย ประกอบด้วยการวัดการคิดเชิงคำนวณที่ผ่านการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1. การแยกย่อยปัญหา 2. การจดจำรูปแบบ 3. การคิดเชิงนามธรรม 4. การออกแบบอัลกอริทึม

2.5.3 ร่างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณประเภทปรนัย จำแนกตามองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ 4 ด้าน ได้แก่ 1. การแยกย่อยปัญหา 2. การจดจำรูปแบบ 3. การคิดเชิงนามธรรม 4. การออกแบบอัลกอริทึม รวมจำนวนทั้งหมด 32 ข้อ

2.5.4 นำร่างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 32 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และภาษาในการใช้งาน

2.5.5 นำร่างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 32 ข้อ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้อง และประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) มีเกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

ให้คะแนน 1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าสอดคล้อง

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

ให้คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

โดยนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อ โดยแปลความหมายถ้าข้อคำถามที่มีค่า

$IOC \geq 0.5$ แสดงว่า แบบวัดทักษะมีความสอดคล้อง

$IOC \leq 0.5$ แสดงว่า แบบวัดทักษะไม่มีความสอดคล้อง

นำข้อคำถามที่มีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 สร้างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ (มีค่า IOC ระหว่าง 0.33-1.00)

ตาราง 8 ตารางวิเคราะห์แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

เนื้อหา	ระดับพฤติกรรมการวัด						รวมจำนวนข้อ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินผล	สร้างสรรค์	
การแยกย่อยปัญหา (Decomposition)	1	5	-	1	1	-	8
การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition)	1	-	2	4	1	-	8
การระบุสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction)	1	2	3	-	2	-	8
การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm)	1	-	3	3	1	-	8
รวมแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ	4	7	8	8	5	-	32

2.5.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดการคิดเชิงคำนวณจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งได้แบบวัดที่พร้อมทำการหาคุณภาพจำนวน 24 ข้อ

2.5.7 นำแบบวัดการคิดเชิงคำนวณไปใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Difficulty index) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้ข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย (Difficulty index) ที่อยู่ระหว่าง 0.41-0.60 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ที่อยู่ระหว่าง 0.40 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของ ครอนบัค (Coefficient Alpha) ที่อยู่ระหว่าง 0.70 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่ผ่านเงื่อนไขจำนวน 22 ข้อ

2.5.8 เลือกใช้ข้อคำถามที่ผ่านการหาคุณภาพเพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูล โดยแบ่งตามองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ 1. การแยกย่อยปัญหา จำนวน 4 ข้อ 2. การจดจำรูปแบบ จำนวน 4 ข้อ 3. การคิดเชิงนามธรรม จำนวน 4 ข้อ 4. การออกแบบอัลกอริทึม จำนวน 4 ข้อ รวมทั้งหมด 16 ข้อ

2.5.9 นำแบบวัดการคิดเชิงคำนวณที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพแล้วไปใช้ในการเก็บข้อมูล โดยเก็บข้อมูลในรูปแบบของการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง

2.6 แบบประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

2.6.1 ศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ และสังเคราะห์ บทความ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.2 กำหนดประเด็นการประเมินเพื่อพัฒนาร่างแบบประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

2.6.3 ร่างแบบประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และการใช้ภาษา จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำ ซึ่งได้แบบประเมินประเภทดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC)

2.6.4 นำแบบประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ โดยเลือกใช้ข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่องรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) มีขั้นตอนในการเก็บข้อมูล ดังนี้

3.1.1 ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตการทำวิจัยในมนุษย์และทำหนังสือถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัย

3.1.2 ผู้วิจัยประสานงานกับกลุ่มทดลองที่มีความใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบหาคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ จากนั้นปรับปรุงและนำไปทดลองใช้

3.1.3 สำหรับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 3 จำนวน 30 คน ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคำนวณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 16 ข้อ เพื่อวัดการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนการทดลอง และบันทึกข้อมูลที่ได้เป็นคะแนนก่อนเรียน

3.1.4 ดำเนินการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 หน่วย จำนวน 8 ชั่วโมง มีรายละเอียด ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมเจ้าปัญหาและเจ้าปัญญา	จำนวน 1 ชั่วโมง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 กิจกรรมนายช่างตัวน้อย	จำนวน 1 ชั่วโมง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 1	จำนวน 1 ชั่วโมง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 2	จำนวน 1 ชั่วโมง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 1	จำนวน 2 ชั่วโมง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 2	จำนวน 2 ชั่วโมง

3.1.5 เมื่อจัดการเรียนรู้ครบตามจำนวนครั้งแล้ว ทำการทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณหลังเรียน โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ มีลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 16 ข้อ ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน บันทึกข้อมูลที่ได้เป็นคะแนนหลังเรียน

3.1.6 นำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงปริมาณด้านการคิดเชิงคำนวณด้วยสถิติ t-test dependent สำหรับคะแนนแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

3.1.7 นำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงปริมาณด้านการคิดเชิงคำนวณด้วย สถิติ One Sample t-test สำหรับคะแนนการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณ

3.2 แบบแผนการวิจัย

การออกแบบการทดลองในครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังทดลอง (One –Shot Case Design)

E : O1 X O2

E หมายถึง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน

X หมายถึง การดำเนินการทดลอง คือ การดำเนินกิจกรรมด้วย Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

O1 หมายถึง การวัดผลก่อนการทดลอง คือ การทำแบบวัดการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียน

O2 หมายถึง การวัดผลหลังการทดลอง คือ การทำแบบวัดการคิดเชิงคำนวณหลังเรียน

4. การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยเรื่องรูปแบบจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ผู้วิจัยได้นำโครงร่างวิทยานิพนธ์เสนอต่อคณะกรรมการฝ่ายจริยธรรมในมนุษย์เพื่อพิจารณาขออนุญาตในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง และได้ปฏิบัติตามหลักจริยธรรมในมนุษย์ ดังนี้

4.1 หลักความเคารพในบุคคล (Respect for person)

ผู้วิจัยได้ทำหนังสือชี้แจงรายละเอียดต่อ กลุ่มตัวอย่าง ผู้ปกครอง และโรงเรียน เพื่อขออนุญาตในการยินยอมเพื่อเก็บข้อมูลการวิจัย จากนั้นได้แนะนำตัว และอธิบายเรื่องการทดลองและเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ว่าเป็นไปด้วยความสมัครใจ และชี้แจงว่าหากไม่ยินยอมในระหว่างการเก็บข้อมูลหรือต้องการที่จะถอนตัวนั้น กลุ่มตัวอย่างสามารถกระทำได้ตลอดเวลา ไม่มีผลต่อการเรียนการสอนปกติ การเก็บข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะเป็นความลับเพื่อใช้ในเชิงวิชาการเท่านั้น และจะทำลายเมื่อครบกำหนด 1 ปี หลังจากการวิจัยได้รับการเผยแพร่

4.2 หลักการให้ประโยชน์ ไม่ก่อให้เกิดอันตราย (Beneficence/Non-maleficence)

ผู้วิจัยได้ชี้แจงประโยชน์ที่กลุ่มตัวอย่างจะได้รับจากการวิจัย คือ การเรียนรู้ในรูปแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อพัฒนาในด้านการขึ้นเชิงคำนวณโดยใช้กิจกรรม Robotics โดยเฉพาะ และชี้แจงโอกาสที่จะเกิดอันตรายจากการเก็บข้อมูลอย่างชัดเจนว่า อาจมีความเสี่ยงในด้านของการหยิบจับอุปกรณ์ชุดหุ่นยนต์ ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกชุดหุ่นยนต์ที่ใช้ในการวิจัยที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล คือ Lego Education Wedo 2.0 เพื่อลดความเสี่ยงต่ออันตรายที่จะเกิดขึ้น

4.3 หลักความยุติธรรม (Justice)

ผู้วิจัยได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยความเท่าเทียมโดยใช้การคัดเลือกด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มโดยใช้ห้องเป็นฐานสุ่มเท่านั้น ไม่กำหนดกลุ่มตัวอย่างจากเกณฑ์คะแนน หรือเพศ เพื่อลดความเหลื่อมล้ำของความเป็นมนุษย์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยรูปแบบจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ได้ทำการจัดกระทำข้อมูลโดยใช้สถิติ ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

1.2 ค่าร้อยละ (Percentage)

1.3 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 การหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Validity) ของแบบทดสอบ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC)

2.2 การหาค่าความยากง่าย (P)

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (R)

2.4 การหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของ ครอนบัค (Coefficient Alpha)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t-test dependent

3.2 เปรียบเทียบคะแนนการทำกิจกรรม Robotics ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ One Sample t-test

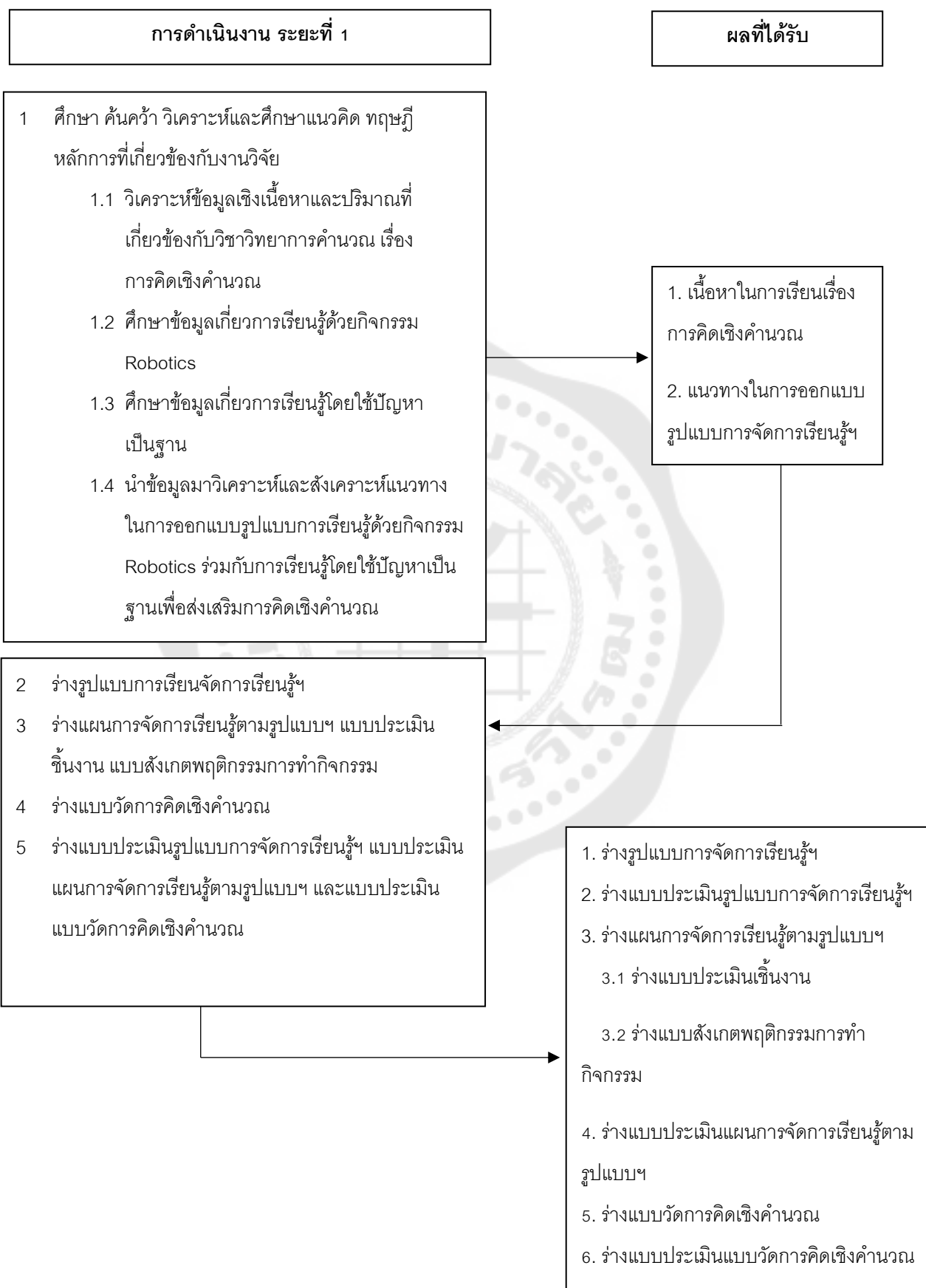
การสรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

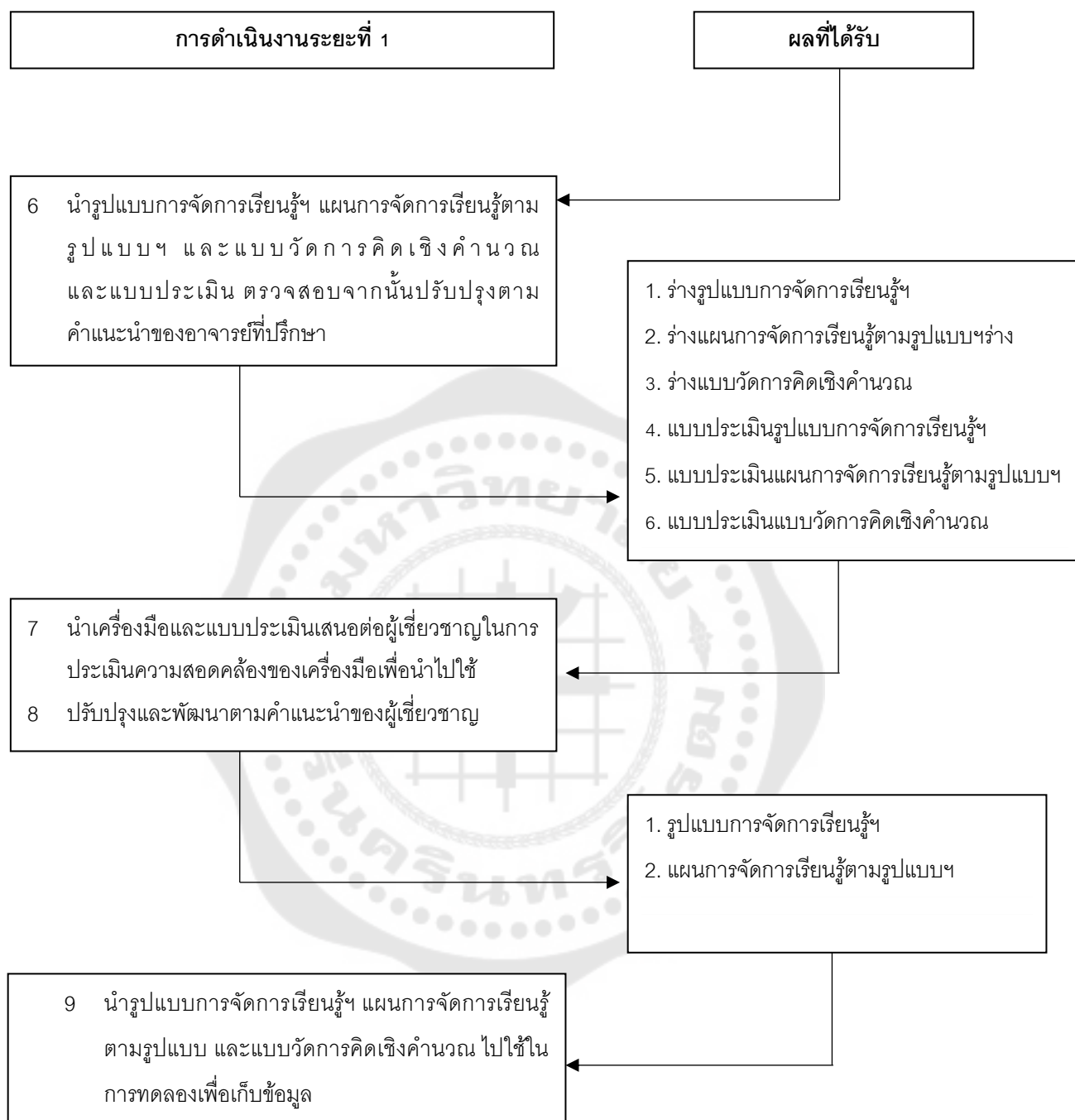
ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในแบบการค้นคว้าและการทดลอง โดยสรุปการดำเนินการวิจัยทั้ง 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics

ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)



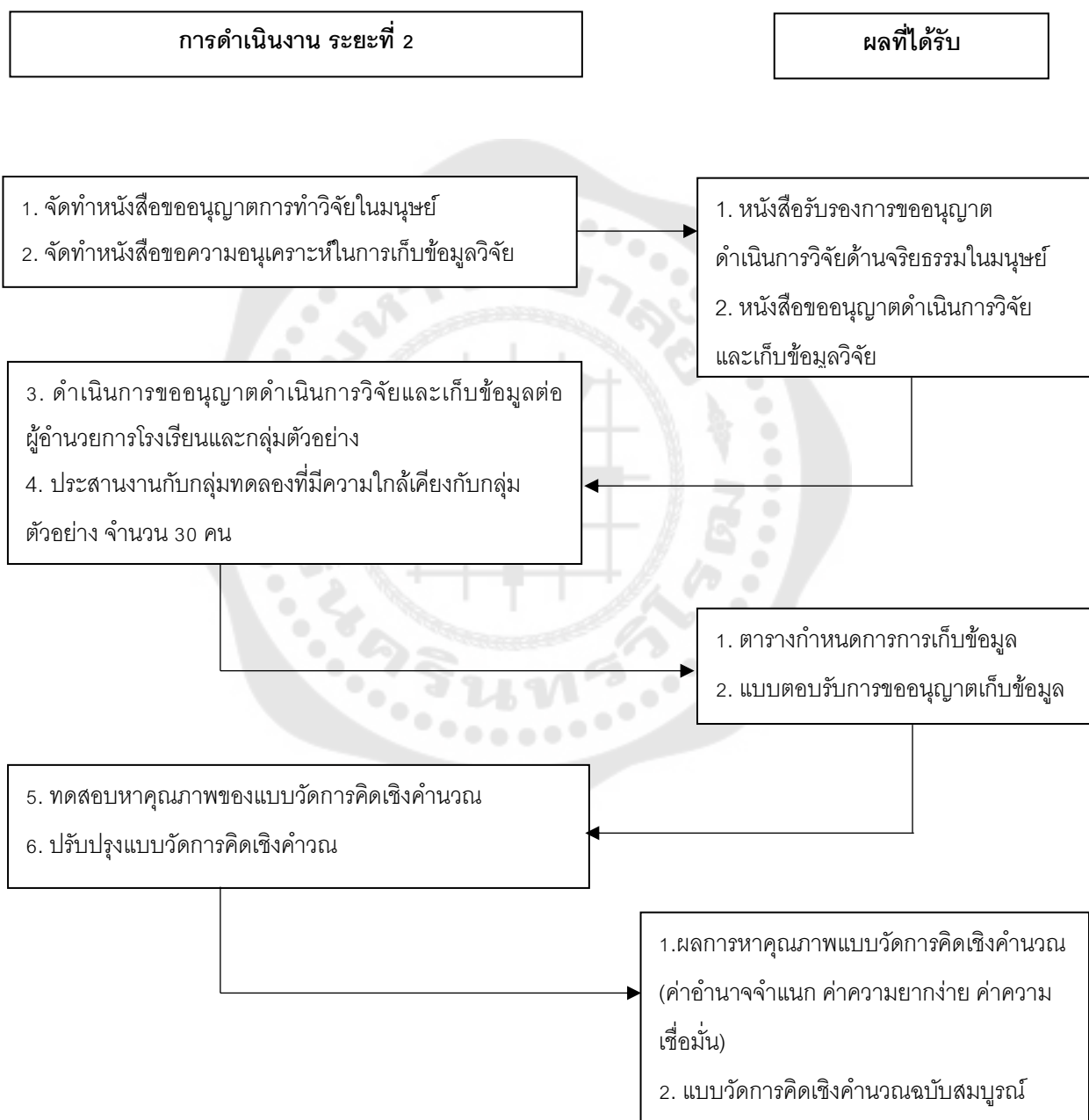


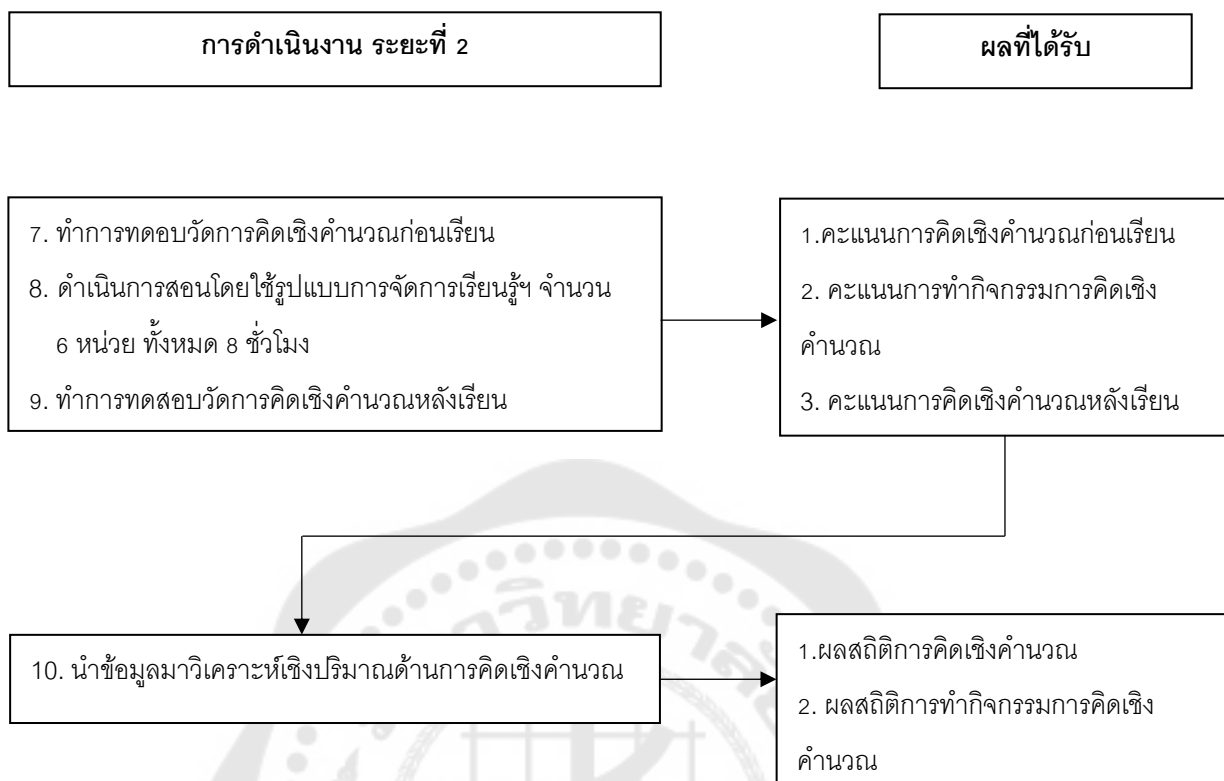
ภาพประกอบ 14 ขั้นตอนการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics
 ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)
 ระยะที่ 1

ระยะที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics

ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)





ภาพประกอบ 15 ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics
 ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)
 ระยะที่ 2

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) 2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

ระยะที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

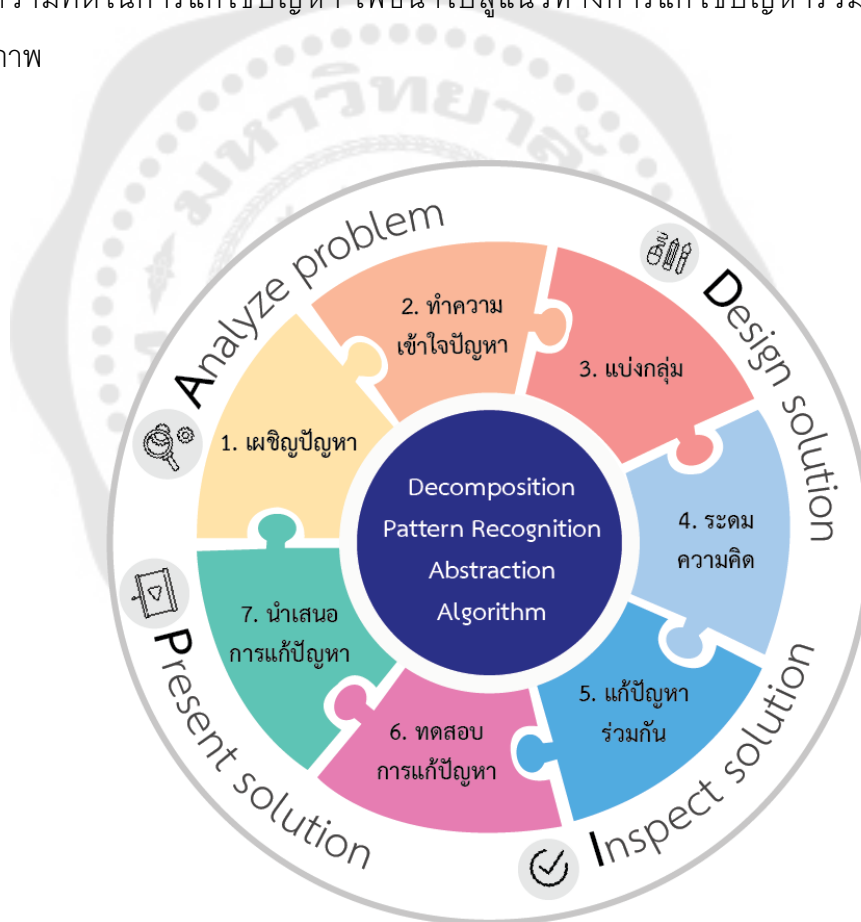
ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

1.1 แนวคิดของรูปแบบ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาจากการสังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถทางการคิดแก้ปัญหาที่สำคัญ นับเป็นตัวแปรสำคัญที่จำเป็นต่อการพัฒนามนุษย์สู่ยุคแห่งการขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมนี้ โดยการคิดเชิงคำนวณนั้นมีวิธีการในการส่งเสริมที่หลากหลาย หนึ่งในวิธีการที่มีประสิทธิภาพคือการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม Robotics ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจน

ผู้วิจัยจึงนำตัวแปรและปัญหาที่พบจากการศึกษาข้อมูลนั้น สังเคราะห์และนำไปพัฒนาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ที่มุ่งเน้นในการช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน จากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ที่ถูกออกแบบโดยกระบวนการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้นจากหลักการ ทฤษฎี การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีแนวคิดพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ในด้านการคิดเชิงคำนวณ ด้วยวิธีการค้นพบแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยตัวเอง จากสถานการณ์ปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้น ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สื่อประเภท Robotics ซึ่งช่วยตอบสนองต่อการแสดงผลลัพธ์ของการแก้ไขปัญหาให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา นอกจากนั้นผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น เกิดการสะท้อนความคิดในการแก้ไขปัญหา เพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพประกอบ 16 รูปแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

จากภาพประกอบ 16 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ซึ่งมีรายละเอียดของกระบวนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ

1.การวิเคราะห์ปัญหา (Analyze problem)

การกระตุ้นผู้เรียนโดยการใช้ปัญหาที่กำหนดขึ้น โดยปัญหานั้นจะเป็นปัญหาที่ใกล้เคียงกับปัญหาตามบริบทของเนื้อหาการเรียนการสอนจากกิจกรรมทั้ง 6 กิจกรรม และเชื่อมโยงไปยังการสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงซึ่งอิงตามระดับวัยของผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 นอกจากนั้นผู้สอนจะเป็นผู้ถามคำถามให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความคิดในการแก้ไขปัญหา จากนั้นดำเนินการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้นจากการใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับการแก้ไขปัญหาได้ คือ สื่อประเภทวิดีโอ หรือตัวอย่างการทำงานของหุ่นยนต์ ตัวอย่างเช่น วิดีโอที่แสดงสถานการณ์ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ ข่าวสารที่กำลังเป็นที่กล่าวถึง หรือแม้กระทั่งการแข่งขันหุ่นยนต์ เป็นต้น ซึ่งการใช้สื่อจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ จากนั้นผู้สอนจะเป็นผู้ชี้แจงสถานการณ์ปัญหา และอธิบายข้อมูลประกอบการแก้ไขปัญหา ผู้เรียนจะทำหน้าที่เป็นผู้รับข้อมูล ทำความเข้าใจ และเผชิญกับปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้น ผู้เรียนสามารถสอบถามข้อมูล ข้อสงสัยเพิ่มเติมด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้อ่านเข้าใจในสถานการณ์ที่จะต้องเผชิญได้ดียิ่งขึ้น หลังจากนั้นผู้เรียนจะแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 3-5 คน ตามเงื่อนไขที่ผู้สอนกำหนด เช่น การแบ่งตามหน้าที่การทำงานที่ตนเองถนัด ได้แก่ ผู้เขียนโปรแกรม ผู้ออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ และผู้สร้างสรรค์ หรือการแบ่งตามโจทย์ของแต่ละกิจกรรมที่ถูกจัดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มที่จากการทำงานร่วมกัน

กระบวนการนี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้งหมด 3 ขั้นตอน คือ 1) การเผชิญปัญหา (Acknowledging problem) การที่ผู้สอนทำการกำหนดหรือชี้แจงประเด็นปัญหาให้ผู้เรียนทราบว่าจะอะไรคือปัญหา มีรายละเอียด กติกา กฎเกณฑ์อย่างไร และผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาด้วยตนเอง รับรู้ถึงรายละเอียดของปัญหาที่จะต้องทำการแก้ไข อันก่อให้เกิดการตั้งคำถามหรือสมมติฐานที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา 2) การทำความเข้าใจปัญหา (clarifying the problem) การที่ผู้เรียนทำความเข้าใจกับข้อมูล สถานการณ์ ปัญหา วิเคราะห์

ข้อมูล ตั้งคำถามหรือข้อสงสัยที่ต้องการทราบเพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญห
3) การแบ่งกลุ่ม (Create a group) การที่ผู้เรียนแบ่งกลุ่มการแก้ไขปัญหออกเป็นกลุ่มละ 3-5 คน
อย่างมีเงื่อนไข คือ จะต้องแบ่งหน้าที่การทำงานหรือด้วยเหตุผลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญห
เพื่อให้ผู้เรียนสามารถช่วยเหลือและใช้ความสามารถของตนเองในการแก้ไขปัญหได้ดีที่สุด
เช่น การแบ่งกลุ่มตามหน้าที่ตนเองสนใจ คือ นักเขียนโปรแกรม นักต่อโครงสร้างหุ่นยนต์ นักคิด
สร้างสรรค์ เป็นต้น

ผู้สอนจะใช้สื่อที่ส่งผลเกิดแรงจูงใจ มีความน่าสนใจแก่ผู้เรียน เช่น วิดีโอ ตัวอย่าง
การใช้ชุดหุ่นยนต์ เป็นต้น เนื่องจากในกระบวนการขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่แสดงให้ผู้เรียนเห็นถึงปัญหา
ซึ่งส่งผลให้เกิดการรับรู้ปัญหาจากข้อมูล เมื่อผู้เรียนได้รับแรงกระตุ้นจนเกิดแรงจูงใจที่จะศึกษา
ข้อมูลเพิ่มเติมจนเกิดเป็นการตั้งสมมติฐานส่วนบุคคลขึ้น ซึ่งในกระบวนการขั้นนี้จะเป็นการช่วย
ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณในด้านของ การคิดแยกย่อยปัญหา
(Decomposition) จากการที่ผู้เรียนจะต้องใช้การแยกส่วนประกอบของปัญหออกเป็นส่วนย่อย ๆ
เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจรายละเอียดของปัญหาหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จากนั้น
ใช้ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณด้านของ การระบุสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction)
เพื่อใช้ในการแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เมื่อพิจารณาได้ว่าสิ่งใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น
ก็ไม่ควรนำมาคิด ควรแยกสิ่งเหล่านั้นออกไป และสิ่งใดที่เกี่ยวข้องหรือมีความเป็นไปได้นั้น ก็ควร
ที่จะใช้เป็นประเด็นในการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้เข้าใจปัญหา สถานการณ์ หรือภารกิจ
ที่ได้รับมอบหมาย จนกระทั่งผู้เรียนสามารถตั้งสมมติฐานของตนเองได้ ซึ่งส่งผลไปยังกระบวนการ
จัดการเรียนรู้ที่ 2 คือ การออกแบบวิธีการและแก้ไขปัญห (Design Solution) ผู้สอนจะใช้การ
สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในการตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียน ว่าสามารถรับรู้
ปัญหาได้จริงหรือไม่ สามารถเข้าใจปัญหาเกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใด จากการสะท้อนผล
ของผู้เรียนในการถามและการสรุปข้อมูลเพื่อที่จะนำไปสร้างสมมติฐานของตนเอง เพื่อนำเอา
ข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการระดมสมองและการลงมือออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหของกลุ่มตนเอง
ในขั้นตอนถัดไป ซึ่งขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนรับรู้ปัญหาและข้อมูลเช่นนี้นั้นควรใช้ระยะเวลาใน
การจัดกิจกรรม ประมาณ 5-10 นาที เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาในการคิดไตร่ตรองและเตรียมพร้อม

2. การออกแบบวิธีการและแก้ไขปัญห (Design Solution)

ภายหลังจากแบ่งกลุ่มการทำงานกิจกรรมได้แล้วนั้น ผู้เรียนภายในกลุ่มจะทำการ
ระดมความคิด จากปัญหาที่เกิดขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากกระบวนการที่ 1 ร่วมกัน จากนั้น
เสนอวิธีในการแก้ปัญหาร่วมกันกับสมาชิกภายในกลุ่ม เมื่อผู้เรียนร่วมกันตัดสินใจเลือก

วิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดได้แล้ว ผู้เรียนจะต้องออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ จากกิจกรรมที่เรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นการวางแผนการทำงานกิจกรรมด้วยการเขียนขั้นตอนการออกแบบหุ่นยนต์โดยการวาด หรือการออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเป็นต้น เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหามิฉะนั้นการถอดไป ผู้เรียนจะต้องใช้หลักประชาธิปไตยซึ่งอยู่บนพื้นฐานของเหตุผลในการตัดสินใจร่วมกัน ในระหว่างนี้ผู้สอนจะทำหน้าที่ในการสังเกตการทำงานร่วมกันของผู้เรียน การตอบคำถาม ให้คำแนะนำและเอื้ออำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันอย่างดีที่สุด

กระบวนการนี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้งหมด 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 4) การระดมความคิด (Brainstorming) คือ การที่ผู้เรียนร่วมกันระดมความคิดในการวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลที่ได้รับ หรือสมมติฐานของตนเองที่ได้ตั้งขึ้น ออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาและแบ่งหน้าที่การทำงานร่วมกัน ในการทำภารกิจต่าง ๆ ใช้การตัดสินใจร่วมกันเป็นกลุ่มโดยยึดหลักประชาธิปไตยเมื่อต้องเลือกวิธีการใดก็ตามในการทำงาน และขั้นที่ 5) การแก้ปัญหา (Solve problem) คือ การที่ผู้เรียนร่วมกันแก้ไขปัญหามาตามแบบแผนที่วางไว้หรือการลองผิดลองถูก เป็นการร่วมมือในการแก้ไขปัญหาล่วงก่อนการปรับปรุงแก้ไขปัญหา

ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนในด้านของการให้ข้อมูลเพิ่มเติม การดูแลช่วยเหลือโดยเน้นให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันอย่างเต็มที่ เนื่องจากเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดความคิด การวางแผน และการตัดสินใจร่วมกันของผู้เรียน ในขั้นนี้จะเป็นการช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณด้าน การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) เนื่องจากผู้เรียนได้วางแผนและออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องใช้ความสามารถในการจดจำวิธีการแก้ไขปัญห และรูปแบบที่สามารถแก้ไขปัญหได้ดีเพื่อนำมาใช้กับกลุ่มของตนเอง จนกระทั่งผู้เรียนสามารถออกแบบขั้นตอนการทำงานร่วมกันได้ ซึ่งเป็นความสามารถในด้านของ การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) ที่ผู้เรียนต้องใช้ในการแก้ไขปัญหามิฉะนั้นจะเป็นขั้นตอนการทำงานตามหน้าที่ของตน ขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์โดยใช้ชิ้นส่วนที่กำหนด ซึ่งถือเป็นกิจกรรม Unplugged ที่ทำให้ผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมก่อนการเขียนโปรแกรม และที่สำคัญคือการออกแบบอัลกอริทึมการทำงานของหุ่นยนต์ผ่านคำสั่งควบคุมที่ผู้เรียนเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการแก้ไขปัญห ในขั้นตอนนี้จึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่ผู้เรียนจะได้คิด ออกแบบ และตัดสินใจลงมือปฏิบัติ เพื่อทดลองแก้ไขปัญหามาจากสถานการณ์หรือภารกิจที่ได้รับมอบหมาย หลังจากนั้นจะเป็นการตรวจสอบผลของการทดลองว่าสำเร็จหรือไม่ ผู้สอนจะใช้การสังเกตการทำงานกิจกรรมของผู้เรียนในด้านของการสร้างชิ้นงาน การออกแบบชิ้นงาน การวางแผน

การทำงาน หรือการออกแบบอัลกอริทึมของผู้เรียน เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนสามารถที่จะวางแผนและลงมือแก้ไขปัญหาได้หรือไม่ หากเกิดปัญหขึ้นผู้สอนสามารถให้คำแนะนำเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้นำข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหาด้วยตัวเองได้ในขั้นตอนของการตรวจสอบการแก้ไขปัญหา ซึ่งจากเหตุผลที่กล่าวมานั้นผู้เรียนควรมีเวลาในการทำกิจกรรมขั้นนี้ไม่เกิน 10 นาที เนื่องจากผู้เรียนควรใช้เวลาในการออกแบบและลงมือทำ พอสมควรแต่ไม่ควรให้เวลามากจนเกินไปเนื่องจากในขั้นที่ 3 จะเป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้มีอิสระในการทดลองและสะท้อนผลการทดลอง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้เรียนควรใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากกว่า

3) การตรวจสอบการแก้ปัญหา (Inspect Solution)

เป็นการทดสอบวิธีการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาของผู้เรียนภายในกลุ่มจากการทดลองทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การแยกชิ้นส่วนของหุ่นยนต์ การต่อโครงสร้าง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เพื่อพิชิตภารกิจ เป็นต้น หากผู้เรียนพบว่ากลุ่มของตนเองทำการแก้ปัญหาไม่สำเร็จ จะต้องดำเนินการในกระบวนการที่ 2 ใหม่อีกครั้ง เพื่อทบทวนความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและหาวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดร่วมกัน จนกว่าผู้เรียนจะสามารถแก้ปัญหาร่วมกันได้สำเร็จ ในส่วนนี้ผู้สอนจะทำหน้าที่ร่วมตรวจสอบการแก้ไขปัญหของผู้เรียน และชี้แจงให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์เพิ่มเติมประเด็นจากข้อผิดพลาด และแนะนำแนวทางเพื่อให้เข้าใจถึงข้อผิดพลาดของกลุ่มตนเอง เพื่อนำข้อผิดพลาดนั้นไปแก้ไขร่วมกัน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหได้ด้วยตนเองอย่างถึงที่สุด

กระบวนการนี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้งหมด 1 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 6) การทดสอบการแก้ปัญหา (Inspect Solution) การที่ผู้เรียนทดสอบวิธีแก้ปัญหของกลุ่มตนเอง หากพบข้อผิดพลาดจะทำการระดมความคิดในการร่วมกันใหม่เพื่อแก้ปัญหอีกครั้ง ตรวจสอบความถูกต้องและแก้ปัญหาจนกว่าจะพบความสำเร็จ

กระบวนการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้นับว่าเป็นกระบวนการสำคัญที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พิสูจน์การทำงานของตนเองว่าสามารถแก้ไขปัญหได้หรือไม่ ผู้เรียนจะเกิดความสามารถในการระบุสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) เนื่องจากผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์และระบุได้ว่าส่วนใดที่เกิดปัญหขึ้นจากการทำกิจกรรม เช่น คำสั่งส่วนใดที่เป็นปัญหาหลัก ส่วนใดของหุ่นยนต์ที่ขัดข้องและส่งผลให้เกิดปัญหา หรือคำสั่งใดของอัลกอริทึมที่ผิดพลาด ซึ่งเป็นการค้นหาส่วนที่ผิดพลาดของโปรแกรม (Bug) โดยการตรวจสอบปัญหาไปที่ละส่วนย่อย ๆ ด้วยการใช้ความสามารถในด้านของการคิดแยกย่อยปัญหา (Decomposition) เมื่อผู้เรียนสามารถระบุปัญหาที่แท้จริงได้แล้ว จะต้องแก้ไขข้อผิดพลาดในส่วนต่าง ๆ รวมถึงการแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม

(Debug) ซึ่งต้องใช้ความสามารถในด้านของการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) ในการตรวจสอบขั้นตอนการทำงานที่ละขั้นตอน หากผู้เรียนพบเจอส่วนที่ไม่เป็นปัญหา หรือส่วนที่สามารถแก้ไขปัญหานั้น ผู้เรียนจะได้ใช้ความสามารถในด้านของการจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) ในการนำส่วนที่ประสบความสำเร็จไปใช้แก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกันได้ ซึ่งเป็นการย้อนกลับไปยังกระบวนการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการและแก้ไขปัญห (Design Solution) ใหม่อีกครั้ง จนกว่าจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้ทั้งหมด ด้วยเหตุผลนี้จึงควรให้ผู้เรียนได้มีเวลาในการทำกิจกรรมขั้นนี้ไม่น้อยกว่า 15 นาที เพราะผู้เรียนจะได้ใช้เวลาในการทบทวนการทำงานของตัวเอง และพยายามแก้ไขปัญหานั้นให้สำเร็จด้วยตัวเองได้ หากผู้เรียนสามารถทำภารกิจได้สำเร็จก่อนเวลา ก็ถือเป็นสิ่งที่ดีเนื่องจากเวลาที่เหลือนั้นผู้เรียนสามารถต่อเติมแนวความคิด และสร้างสรรค์ผลงานในสิ่งที่ตนต้องการได้ ซึ่งผู้สอนจะตรวจสอบความสามารถในการพิจารณาปัญหา และความสามารถในการแก้ไขปัญหานั้นของผู้เรียนได้ จากการสังเกตพฤติกรรม ซึ่งผู้สอนสามารถใช้แบบสังเกตพฤติกรรมในการทำกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม เพื่อให้คะแนนผู้เรียนตามเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ เมื่อผู้เรียนสามารถดำเนินการในขั้นตอนนี้ได้ เพื่อเป็นการบันทึกผลสะท้อนกลับของผู้เรียนและนำไปอธิบายการทำงานของนักเรียนในขั้นตอนสุดท้าย คือ การนำเสนอการแก้ไขปัญห

4) การนำเสนอการแก้ไขปัญห (Present Solution) เมื่อผ่านช่วงเวลาของการทำกิจกรรม ผู้เรียนจะเข้าสู่กระบวนการนำเสนอการแก้ไขปัญห คือการนำเสนอแนวคิด เทคนิค วิธีการในการแก้ไขปัญห ปัญหาที่พบจากการทำงาน หรือทำกิจกรรม และวิธีในการแก้ไขปัญหเหล่านั้น ด้านผู้เรียนเองก็จะเป็นผู้สอบถาม ประเมิน และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการแก้ไขปัญหในกลุ่มของเพื่อน และกลุ่มของตนเองเช่นเดียวกัน ไม่ว่าผู้เรียนจะสามารถแก้ไขปัญหานั้นได้สำเร็จหรือไม่ ก็จำเป็นที่จะต้องนำเสนอผลของการแก้ไขปัญห เพื่อเป็นสะท้อนผลสู่ตนเอง ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้สอบถาม ประเมิน และให้ผลป้อนกลับสู่ผู้เรียนจากข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการแก้ไขปัญหเพิ่มเติม เพื่อเป็นสะท้อนผลซึ่งกันและกันจากการทำกิจกรรมแก้ไขปัญห

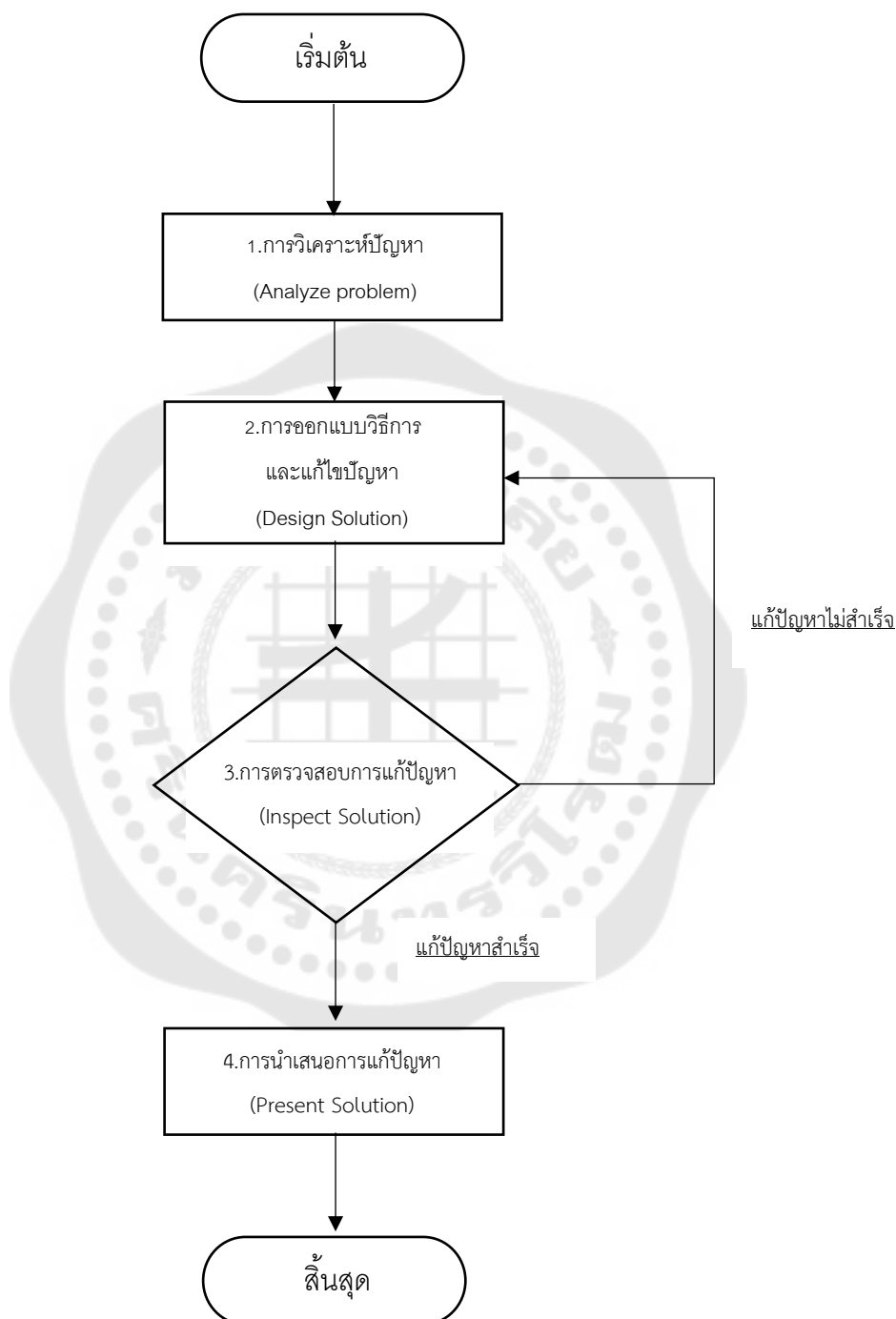
กระบวนการนี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้งหมด 1 ขั้นตอน คือ 1.การนำเสนอการแก้ไขปัญห (Present Solution) เป็นการที่ผู้เรียนนำเสนอปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน วิธีการแก้ไขปัญห ผลการแก้ไขปัญห และรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้อื่น เป็นการสะท้อนความคิดของตนเอง แบ่งปันการค้นพบองค์ความรู้ใหม่

ผลของการนำเสนอการแก้ไขปัญหจะช่วยให้ผู้เรียนได้สะท้อนการฝึกฝนการใช้ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบอีกครั้ง จากการสะท้อนผลจากเพื่อน

สู่เพื่อน และจากผู้สอนสู่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้รับรู้ว่าปัญหาแท้จริงแล้วคืออะไร มีวิธีการตรวจสอบ และแก้ไขโดยการแยกย่อยปัญหาอย่างไร วิธีการแก้ปัญหาที่นำไปใช้ได้มีวิธีใดบ้าง และขั้นตอนการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมของแต่ละกลุ่มนั้นเป็นอย่างไร เมื่อจบกระบวนการสุดท้ายนี้ผู้เรียนจะสามารถนำองค์ความรู้และผลของการทำกิจกรรมที่ได้ไปใช้เชื่อมโยงกับการทำงานและเกิดการพัฒนาที่มากยิ่งขึ้นจากการทำกิจกรรมในครั้งถัดไป จึงควรให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาในขั้นตอนนี้ประมาณ 5-10 นาที ผู้สอนสามารถให้คะแนน และรับฟังผลสะท้อนของผู้เรียนด้วยการสังเกตการนำเสนอของผู้เรียนและการวิจารณ์ผลการทำกิจกรรมของกลุ่มผู้เรียน จากนั้นบันทึกผลการทำกิจกรรมของผู้เรียนครั้งนี้ในบันทึกหลังสอน เพื่อนำผลการทำงานของผู้เรียนและการจัดกิจกรรมไปปรับปรุงกิจกรรมในครั้งถัดไป



ผังงานกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ



ภาพประกอบ 17 ผังงานกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

1.5 ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวนทั้งหมด 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล ประเมินโดยใช้แบบประเมินรูปแบบฯ ซึ่งมีองค์ประกอบทั้งหมด 5 ด้าน จำนวนทั้งหมด 17 หัวข้อ ด้วยดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ผ่านเกณฑ์โดยมีค่า IOC ระหว่าง 0.50 ขึ้นไป ซึ่งมีการวิเคราะห์ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 9 แสดงผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

รายการประเมิน	คุณภาพของรูปแบบ	
	ค่าดัชนี (IOC)	ผลการประเมิน
ด้านที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้		
1. วัตถุประสงค์ของรูปแบบจัดการเรียนรู้	1	เหมาะสม
2. องค์ประกอบของรูปแบบจัดการเรียนรู้	1	เหมาะสม
3. แนวทางการนำรูปแบบฯ ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้	1	เหมาะสม
4. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน	0.67	เหมาะสม
5. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	1	เหมาะสม

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	คุณภาพของรูปแบบ	
	ค่าดัชนี (IOC)	ผลการประเมิน
ด้านที่ 2 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนการสอนด้วยรูปแบบฯ		
1. องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ	1	เหมาะสม
2. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ขั้นตอน	1	เหมาะสม
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ	1	เหมาะสม
ด้านที่ 3 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ		
1. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 กระบวนการ	1	เหมาะสม
2. บริบทของผู้สอนและผู้เรียน	1	เหมาะสม
3. ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ	1	เหมาะสม
ด้านที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ		
1. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ	1	เหมาะสม
2. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ	1	เหมาะสม
3. เครื่องมือการวัดประเมินผลตามรูปแบบฯ	0.67	เหมาะสม

ตารางที่ 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	คุณภาพของรูปแบบ	
	ค่าดัชนี (IOC)	ผลการประเมิน
ด้านที่ 5 สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ		
1. คำอธิบายขั้นตอนการใช้งานชุดหุ่นยนต์ Lego Education Wedo 2.0	1	เหมาะสม
2. ความเหมาะสมของรูปภาพประกอบ	1	เหมาะสม
3. การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	1	เหมาะสม

จากตาราง 9 ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีรายละเอียด ดังนี้

ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า ด้านที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (มีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00) เหมาะสม ด้านที่ 2 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนการสอนด้วยรูปแบบฯ (มีค่า IOC ระหว่าง 1.00-1.00) เหมาะสม ด้านที่ 3 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ (มีค่า IOC ระหว่าง 1.00-1.00) เหมาะสม ด้านที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ (มีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00) เหมาะสม ด้านที่ 5 สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ (มีค่า IOC ระหว่าง 1.00-1.00) เหมาะสม ดังนั้น องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ทั้ง 5 ด้าน ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 สามารถนำไปใช้ได้

ระยะที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

2.1 ผลการคิดเชิงคำนวณ

การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน แบ่งเป็น 1.ผลการคิดเชิงคำนวณ 2.ผลการทำกิจกรรมภายหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ มีผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 10 แสดงผลการคิดเชิงคำนวณจากการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

คะแนน	n	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	S.D.	t	P
ก่อนเรียน	30	7.80	1.095	16.049	0.00
หลังเรียน	30	12.96	2.008		

จากตารางที่ 10 พบว่า การเก็บข้อมูลด้วยแบบวัดการคิดเชิงคำนวณแบบประนัยจำนวน 16 ข้อ ทั้งหมด 16 คะแนน ผลการคิดเชิงคำนวณภายหลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) หลังเรียนมี ($\bar{X}=12.97$, S.D. =2.008) ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}=7.80$, S.D. =1.095)

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลการคิดเชิงคำนวณนั้นยอมรับสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ การคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณ

การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) จากการทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 11 แสดงผลคะแนนการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณจากเรียนการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

กิจกรรม	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) เต็ม 20 คะแนน	ระดับการประเมิน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
1. กิจกรรมเจ้าปัญหาและเจ้าปัญญา	12.80	ไม่ผ่าน
2. กิจกรรมนายช่างตัวน้อย	15.20	ผ่าน
3. กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 1	16.10	ผ่าน
4. กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 2	16.90	ผ่าน
5. กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 1	18.60	ผ่าน
6. กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 2	19.10	ผ่าน
รวม 6 กิจกรรม	16.45	ผ่าน

จากตารางที่ 11 พบว่า ผลการทำกิจกรรมจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมเจ้าปัญหาและเจ้าปัญญา ผู้เรียนได้คะแนนของการทำกิจกรรม อยู่ระหว่าง 11-15 ($\bar{X}=12.80$) ไม่ผ่านเกณฑ์ กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมนายช่างตัวน้อย ผู้เรียนได้คะแนนของการทำกิจกรรม อยู่ระหว่าง 12-17 คะแนน ($\bar{X}=15.80$) ผ่านเกณฑ์ กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 1 ผู้เรียนได้คะแนนของการทำกิจกรรม อยู่ระหว่าง 15-17 คะแนน ($\bar{X}=16.10$) ผ่านเกณฑ์ กิจกรรมที่ 4 กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 2 ผู้เรียนได้คะแนนของการทำกิจกรรม อยู่ระหว่าง 16-18 คะแนน ($\bar{X}=16.90$) ผ่านเกณฑ์ กิจกรรมที่ 5 กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 1 ผู้เรียนได้คะแนนของ

การทำกิจกรรม อยู่ระหว่าง 17-20 คะแนน ($\bar{X}=18.60$) ผ่านเกณฑ์ กิจกรรมที่ 6 กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 2 ผู้เรียนได้คะแนนของการทำกิจกรรม อยู่ระหว่าง 17-20 คะแนน ($\bar{X}=19.10$) ผ่านเกณฑ์ และผลคะแนนการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณทั้ง 6 กิจกรรม ($\bar{X}=16.45$) พบว่า มีค่าคะแนนมากกว่าร้อยละ 70 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ตาราง 12 แสดงผลการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณจากเรียนการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

รายการประเมิน	n	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	S.D.	t	P
คะแนนกิจกรรม การคิดเชิงคำนวณ	30	16.45	0.773	17.353	0.00

จากตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณนั้น ยอมรับสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ ผลการทำกิจกรรมจากการคิดเชิงคำนวณด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) โดยรวม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) และ ระยะที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) มีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)
2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

1.1 ประชากรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดเชิงคำนวณ 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบและประเมินความสอดคล้องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ระยะที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

2.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ทั้งหมด 8 ห้อง จำนวน 240 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ทั้งหมด 1 ห้อง จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ระยะ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์และศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการที่เกี่ยวข้องจากเอกสารและงานวิจัย

2. ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการสังเคราะห์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Joyce, 1996; รัฐกรรณ์ และคณะ, 2551; อังสุรีย์, 2558; ศรีวงษ์ญาติดี และ สงคราม, 2560) ทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่

- 2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
- 2.2 ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน
- 2.3 กำหนดกระบวนการจัดการเรียนรู้
- 2.4 กำหนดแนวทางของการนำไปใช้
- 2.5 ประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้
- 2.6 ปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้

3. ร่างแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ และแบบประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

4. นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ แบบประเมินชิ้นงาน แบบสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรม แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ และแบบประเมิน ตรวจสอบ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

5. นำเครื่องมือและแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินหาความสอดคล้องของเครื่องมือเพื่อนำไปใช้ในการวิจัย ดังนี้

5.1 ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

5.2 ร่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

5.2.1 ร่างแบบประเมินชิ้นงาน

5.2.2 ร่างแบบสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรม

5.3 ร่างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

6. ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

7. นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ และแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ ที่ผ่านการปรับปรุงตามคำแนะนำ ไปใช้ในการทดลองเพื่อเก็บข้อมูล

ระยะที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

การศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ มีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ติดต่อประสานงานเพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูล

2. เก็บข้อมูลของการทดลองโดยดำเนินการดังนี้

2.1 การเก็บข้อมูลก่อนเรียน (Pre-Test) โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ แบบปรนัย จำนวน 16 ข้อ กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

2.2 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

2.3 การเก็บข้อมูลหลังเรียน (Post-Test) โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ แบบปรนัย จำนวน 16 ข้อ กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

3. วิเคราะห์ สรุปผล และปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

2. แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ผ่านการประเมิน

3.1 แบบประเมินชิ้นงาน

3.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรม

4. แบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

5. แบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

6. แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการวิจัยโดยเริ่มจากวัตถุประสงค์ของการวิจัย และผลของการดำเนินงานวิจัย มีรายละเอียด ดังนี้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีองค์ประกอบทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (มีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00) เหมาะสม ด้านที่ 2 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อ

การเรียนการสอนด้วยรูปแบบฯ (มีค่า IOC ระหว่าง 1.00-1.00) เหมาะสม ด้านที่ 3 แนวทาง การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ (มีค่า IOC ระหว่าง 1.00-1.00) เหมาะสม ด้านที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ (มีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00) เหมาะสม ด้านที่ 5 สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ (มีค่า IOC ระหว่าง 1.00-1.00) เหมาะสม โดยรวมรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC ระหว่าง 0.67 - 1.00) ซึ่งมีค่าความสอดคล้องมากกว่า 0.50 สามารถนำไปใช้ได้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

ผลการคิดเชิงคำนวณ

จากการเก็บข้อมูลด้วยแบบวัดการคิดเชิงคำนวณแบบประนัย จำนวน 16 ข้อ ทั้งหมด 16 คะแนน ผลการคิดเชิงคำนวณจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) เป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ โดยมีการคิดเชิงคำนวณหลังเรียน ($\bar{X}=12.97$, S.D. =2.008) ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}=7.80$, S.D. =1.095) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณ

จากการสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนทั้ง 30 คน พบว่า เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลคะแนนการทำกิจกรรมทั้ง 6 กิจกรรม ของผู้เรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}=16.45$) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ และเมื่อนำมาวิเคราะห์ ด้วยข้อมูลเชิงสถิติแล้ว สามารถสรุปได้ว่า ผลการทำกิจกรรมจากการคิดเชิงคำนวณด้วยรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการ คิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) โดยรวม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ชั้น ประถมศึกษา ปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า ในทุกด้านของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม ซึ่งด้านที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ (มีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00) ซึ่งเป็นด้านที่ได้รับค่าดัชนีต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะ ข้อคำถามบางข้อไม่ครอบคลุมในการวัด เนื่องจากผู้วิจัยได้ใช้ข้อคำถามที่ใช้รูปแบบของโปรแกรมจากซอฟต์แวร์ Wedo 2.0 ที่ใช้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม Robotics ด้วยชุดหุ่นยนต์ Lego Education Wedo 2.0 มาใช้ในแบบวัดการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ด้าน คือ 1.การคิดแยกย่อยปัญหา (Decomposition) 2.การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) 3.การระบุสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) และ 4.การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) ทำให้ในบางด้านอาจเกิดการคลุมเครือในการวัด จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่กล่าวว่า “ไม่แน่ใจว่า ตัวเลือกของข้อคำถามเกี่ยวข้องกับด้านการแยกย่อยปัญหาหรือไม่ เนื่องจากเป็นเรื่องชุดคำสั่งของหุ่นยนต์” ซึ่งผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและนำไปปรับปรุงแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ เพื่อให้ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนทั้งในบริบทของทักษะการอ่าน การคิด และการใช้งานอุปกรณ์ พบว่าผู้เรียนสามารถทำแบบวัดได้ภายในเวลาที่กำหนด และสามารถแยกความสามารถของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน นอกจากนั้นด้านอื่น ๆ คือ ด้านที่ 2 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนการสอนด้วยรูปแบบฯ ด้านที่ 3 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ และด้านที่ 5 สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (มีค่า IOC ระหว่าง 1.00-1.00) ซึ่งเป็นด้านที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะ ด้านที่ 2 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนการสอนด้วยรูปแบบฯ ผู้เชี่ยวชาญมีความมั่นใจว่า องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณที่ผ่านการสังเคราะห์ ทั้ง 4 องค์ประกอบ และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผ่านการสังเคราะห์ทั้ง 7 ขั้นตอน นั้น มีความสอดคล้อง เป็นไปในทางเดียวกัน ว่าสามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ เนื่องการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจัดเป็นทฤษฎีที่มุ่งเน้นในการแก้ไขปัญหาสอดคล้องกับหลักขององค์ประกอบของการคิดคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบที่เป็นเทคนิควิธีการในการนำพาผู้เรียนสู่การแก้ปัญหาที่หลากหลาย สอดคล้องกับ

เงิน และคณะ (Chen et al., 2017) ในด้านที่ 3 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ ผู้เชี่ยวชาญมีความมั่นใจว่า กระบวนการที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ประกอบกับบริบทของผู้เรียนและผู้สอน มีความสอดคล้องไปในแนวทางเดียวกัน มีลำดับขั้นตอนชัดเจนและเห็นด้วยกับผู้วิจัยว่า ควรมีขั้นตอนของการนำเสนอการทำงานของนักเรียนเอง เพื่อเป็นการสะท้อนการแก้ไขปัญหา (พิมพ์ใจ, 2560) และในด้านที่ 5 สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ ผู้เชี่ยวชาญมีความมั่นใจในความสอดคล้องของการเลือกใช้สื่อ Robotics คือ ชุดหุ่นยนต์ Lego Education Wedo2.0 ซึ่งเป็นสื่อที่สามารถใช้ได้ทั้งในกิจกรรมประเภท Unplugged และกิจกรรมประเภท Plugged นอกจากนั้นยังสามารถใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อฝึกฝนการออกแบบอัลกอริทึม ซึ่งเป็นส่วนช่วยในการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ และมีการวิจัยรองรับการใช้สื่อประเภทนี้ที่หลากหลาย (Jaipal-Jamani และ Angeli, 2017) รวมถึงการอธิบายคู่มือในการใช้งานชุดหุ่นยนต์ที่มีภาพประกอบและมีความเข้าใจง่าย จึงส่งผลให้องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ที่ผ่านการประเมินทั้ง 3 ด้านนี้มีดัชนีความสอดคล้องที่สูงที่สุดจากองค์ประกอบทั้งหมด

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

ผลการคิดเชิงคำนวณ

จากการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ พบว่า ผลการคิดเชิงคำนวณ หลังเรียนของผู้เรียน ($\bar{X}=12.97$, S.D.=2.008) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}=7.80$, S.D. =1.095) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นการยอมรับสมมติฐาน ที่ว่า การคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน ภายหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ต่างกันกับก่อนเรียน ทั้งนี้เป็นเพราะว่า

1. การนำแนวคิดเรื่องการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) มาใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เมื่อพิจารณา พบว่า เมื่อเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานมากขึ้นผู้เรียนมีการตั้งคำถามที่ตรงประเด็นและบ่อยครั้งขึ้น มีความต้องการที่จะค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากขึ้น การใช้รูปแบบการ

จัดการเรียนรู้ที่ใช้ (Problem-Based Learning) ช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้สามารถแก้ไขปัญหาด้วยตนเองได้ จากการทำงานร่วมกับเป็นกลุ่มที่ผู้เรียนมีสิทธิ์ในการเลือกเอง ในการทำกิจกรรมนั้น นอกจากผู้สอนที่เป็นผู้กำหนดสถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนแก้ไขแล้ว บางครั้งผู้เรียนก็จะเป็นผู้กำหนดปัญหาที่จะทำการแก้ไขขึ้นเอง จากการปรึกษากับสมาชิกภายในกลุ่มในเรื่องที่ตนสนใจในชีวิตประจำวัน และใช้ชุดหุ่นยนต์ในการจำลองการแก้ไขปัญหา ผู้เรียนส่วนใหญ่มีเจตคติที่ดีต่อการทำงานเป็นทีม เกิดความสนุก และชื่นชอบในการทำงานร่วมกันกับสมาชิกภายในกลุ่ม และจากการทำกิจกรรมพบว่ากลุ่มผู้เรียนที่มีความสามัคคี ทำงานร่วมกันได้ดีมักจะได้รับคะแนนจากการทำกิจกรรมที่สูงแปรผันตรงกัน นอกจากนี้ผู้เรียนยังเกิดความเชื่อมโยงความรู้ในเรื่องของการใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีจากการทำกิจกรรมแก้ไขปัญหาด้วยกิจกรรมประเภท Plugged สอดคล้องแนวคิดของ เชนและเซียง (CHENG และ Xiang, 2016) ที่ได้นำวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน นอกจากนี้การนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ มาใช้ในการเรียนการสอน สามารถช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณที่มุ่งเน้นในการแก้ไขปัญหาเป็นหลักได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พิมพิใจ เกตุการณ์ (พิมพิใจ, 2560) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาล้างเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ จิตินันท์ สัมมานุช (จิตินันท์, 2560) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวินิจฉัยศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีความสามารถในการแก้ปัญหาล้างเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้ผลของการวิจัยที่อ้างถึงนั้นได้สอดคล้องกันในเรื่องของการส่งเสริมผู้เรียนด้านการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นปัจจัยที่เป็นแนวทางที่ใกล้เคียงกันกับการคิดเชิงคำนวณที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดแก้ไขปัญหา ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนรู้เป็นฐานทั้ง 7 ขั้นตอน ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เพื่อใช้ในระบบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ นั้น จึงสามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนได้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ Robotics ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนนั้นสามารถเรียนรู้จากการแก้ไขปัญหาที่เป็นรูปธรรมมากขึ้นจากการลงมือปฏิบัติ ผ่านการเรียนรู้ในเนื้อหาของ การคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบ ช่วยให้ผู้เรียนนั้นสามารถถ่ายทอดวิธีการคิดแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมสู่การออกแบบอัลกอริทึมของหุ่นยนต์ และแสดงผลการแก้ไขปัญหาแบบรูปธรรมได้ จากการทำงานของหุ่นยนต์ในกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น ทั้งในด้านของการเรียนรู้

โครงสร้างของหุ่นยนต์ กลไกการทำงานของชิ้นส่วนผ่านกิจกรรม Un-plugged และการเรียนรู้การออกแบบอัลกอริทึมของหุ่นยนต์เพื่อแก้ไขปัญหา จากการสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรม พบว่าผู้เรียนนั้นเกิดความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมมากยิ่งขึ้น มีความสุขกับการใช้ชุดหุ่นยนต์ เข้าใจผลของการแก้ไขปัญหาจากการสังเกตการทำงานของหุ่นยนต์ และการพิชิตภารกิจในแต่ละกิจกรรม ซึ่งผลการทำกิจกรรมด้วย Robotics นั้นได้สอดคล้องกับแนวคิดของ ยาดัฟและคณะ (Yadav et al., 2011) ในเรื่องการใช้ Robotics ในการเรียนการสอนนั้นช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้แบบรูปธรรม ของแนวคิดที่เป็นในเชิงลักษณะของนามธรรม จากการที่ได้ลงมือแก้ไขปัญหาในโลกแห่งความจริง นอกจากนั้นการแสดงผลการทำงานของอัลกอริทึมของหุ่นยนต์ ที่เกิดจากการเขียนโปรแกรมเชิงจินตภาพจากชุดหุ่นยนต์ Lego Education WeDo 2.0 ยังช่วยให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ด้วยวิธีนี้ผู้เรียนได้แสดงถึงความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ เข้าใจเนื้อหาผ่านการทำงานเป็นกลุ่มได้ดีขึ้น ช่วยดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ เป็นสื่อที่น่าสนใจที่จะต่อยอดในการพัฒนาทักษะของผู้เรียนในด้านอื่น ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ปินโต ยูเรนเต้ และคณะ (Pinto-Llorente et al., 2016) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ โดยการใช้วิธีการเขียนโปรแกรมเชิงจินตภาพ Lego Education WeDo และพบว่า สามารถพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดเชิงตรรกะซึ่งเป็นการใช้เหตุผลในการคิดแก้ปัญหา การจัดกิจกรรม Robotics เพื่อส่งเสริมกันคิดเชิงคำนวณนั้น ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ที่ประกอบด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ในการพัฒนาผู้เรียนและพบว่า ผู้เรียนสามารถเขียนคิด ตัดสินใจ ระบุส่วนสำคัญของปัญหาได้ชัดเจน สามารถออกแบบอัลกอริทึมการทำงานของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ได้ดีขึ้นจากการเรียนในแต่ละครั้ง ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความคิดออกมาในรูปแบบของอัลกอริทึมการทำงานของหุ่นยนต์ สอดคล้องกับ เซงและเซียง (CHENG และ Xiang, 2016) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเขียนโปรแกรมสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาในการคิดเชิงคำนวณได้ เนื่องจากการเขียนโปรแกรมเป็นส่วนที่สำคัญในการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ จากการที่ผู้เรียนเกิดการคิด วิเคราะห์ และออกแบบวิธีแก้ปัญหา หรือที่เรียกว่า อัลกอริทึม (Algorithm) ของโปรแกรม นอกจากนั้นการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานยังช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ และช่วยยกระดับเพิ่มขีดความสามารถของการคิดเชิงคำนวณได้

3. การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ ฯ ในการเรียนการสอน เมื่อพิจารณารายละเอียดของการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น พบว่า

1) ด้านการวิเคราะห์ปัญหา (Analyze problem) เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมมากขึ้น

นักเรียนจะพยายามสอบถามข้อสงสัยเกี่ยวกับปัญหา รวมถึงการสอบถามถึงสมมติฐานที่ตนตั้งขึ้น การที่นักเรียนกระตือรือร้นในการสอบถามข้อมูล หรือแนวทางการทำงาน จะสามารถออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่มีความแตกต่างกับผู้อื่น และสามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องมากขึ้น อาจเนื่องมาจากผู้เรียนได้รับข้อมูลที่ต้องการจากการสอบถาม และการรับรู้ของปัญหาที่ชัดเจนทำให้สามารถเข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น ส่งผลให้สามารถพัฒนาแนวทางการแก้ไขปัญหากลุ่มตนเองได้ สอดคล้องกับ พิมพีใจ เกตุการณ์ (พิมพีใจ, 2560) ที่กล่าวว่า การทำความเข้าใจปัญหาเป็นเรื่องสำคัญเพราะเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ทั้งหมด ผู้สอนจึงควรนำเสนอปัญหาที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้นมากขึ้น และให้คำแนะนำนักเรียนเมื่อพบปัญหา ส่งผลให้ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนความสามารถของการคิดเชิงคำนวณในด้านการระบุสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) เนื่องจากผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจปัญหา จึงต้องคิดในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริงเท่านั้น ส่วนใดที่ไม่เกี่ยวข้องก็ควรนำมาคิด เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหาและสามารถระบุได้แล้วว่าสิ่งใดคือสิ่งที่ต้องการแก้ไข ผู้เรียนจะพิจารณาปัญหาอย่างถี่ถ้วนอีกครั้งเพื่อนำสิ่งที่ตัวเองคิดหรือเกิดความสงสัย เป็นข้อคำถามในการสอบถามข้อมูล เช่น กิจกรรมการรับส่งผู้โดยสารจำเป็นต้องรับส่งเพียงครั้งละ 1 คนหรือไม่ จำเป็นต้องใช้รถที่มี 4 ล้อหรือไม่ สามารถใช้ตัวต่อมากกว่า 15 ชิ้นได้หรือไม่ หากผู้เรียนต้องการเพิ่มเติมอัลกอริทึมการใช้เสียงเข้ามาจะวิธีการทำอย่างไร เป็นต้น ซึ่งข้อคำถามเหล่านี้เกิดจากการที่ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถด้านการคิดแยกย่อยปัญหา (Decomposition) แยกส่วนประกอบของปัญหาหลักออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อทำความเข้าใจทีละประเด็น จนสามารถเข้าใจปัญหาและนำไปสู่การตั้งสมมติฐานด้วยตนเองได้ เนื่องจากการที่ผู้เรียนสามารถรับรู้และเข้าใจปัญหานั้น ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพรวมของกิจกรรมได้ชัดเจนมากขึ้น

2) ด้านการออกแบบวิธีการและแก้ไขปัญหา (Design Solution) ในการทำกิจกรรมครั้งแรก ๆ นักเรียนจะยังไม่สามารถระดมความคิด แบ่งหน้าที่การทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากอาจจะยังไม่เกิดความคุ้นเคยในการทำงาน แต่ในระยะหลัง ๆ นักเรียนสามารถทำงานด้วยกันได้ดีขึ้น กลุ่มที่สามารถแบ่งหน้าที่การทำงานได้อย่างชัดเจนมักจะทำงานประสบความสำเร็จได้เร็วกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งมีผู้เรียนบางกลุ่มที่สามารถออกแบบหุ่นยนต์และโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ได้แตกต่างจากกลุ่มอื่น ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ที่ไม่เหมือนใคร แต่กลุ่มของผู้เรียนส่วนใหญ่ นั้น มักจะมีวิธีการแก้ไขปัญหาก็เหมือนกัน จากการศึกษาที่พบนี้ ผู้สอนจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องส่งเสริม กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดที่หลากหลาย คิดแก้ปัญหาในสิ่งที่ตัวเองสงสัย และทดลองให้ผู้เรียนเชื่อมโยงจินตนาการของตนเองกับวิธีการแก้ไขปัญหที่อยู่บนพื้นฐานของ

เหตุผล และควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเจอกับเทคโนโลยีที่ทันสมัย สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ รอสโค และคณะ (Roscoe et al., 2014) ที่ได้กล่าวว่า ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนไปสัมผัสกับประสบการณ์ของเทคโนโลยีที่นักเรียนยังไม่เคยรู้จักหรือเป็นสิ่งที่ยังเป็นไปไม่ได้ และควรศึกษาช่องทาง เปิดโอกาสให้ตนเองในการเรียนรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์หรือสิ่งใหม่ ๆ เสมอ ซึ่งในกระบวนการออกแบบวิธีการและแก้ไขปัญหา (Design Solution) นี้จะช่วยให้นักเรียนได้เสนอความคิดเห็นร่วมกันมากขึ้น และบางครั้งนักเรียนเกิดการยอมรับในตัวเพื่อนมากขึ้นจากการที่ได้เห็นมุมมองที่แตกต่างในการทำงานที่หลากหลายกว่าวิชาที่เรียนภายในห้องเรียน นอกจากนี้ ผู้เรียนยังได้รับการฝึกฝนการใช้ความสามารถของการคิดเชิงคำนวณในด้านและการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) ในการวางแผนขั้นตอนการทำงานในแต่ละกิจกรรม เช่น การวางแผนขั้นตอนการหยิบชิ้นส่วน การออกแบบอัลกอริทึมในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เป็นต้น และใช้ความสามารถในการจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) จากการที่ผู้เรียนจะต้องร่วมกันทำงานโดยการวางแผน ไม่ว่าจะเป็น การแบ่งหน้าที่การทำงาน การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ การค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหาร่วมกัน ผู้เรียนจะต้องนำวิธีการแก้ไขปัญหาที่ค้นพบไปใช้ในแก้ไขในปัญหา และเมื่อแก้ปัญหาได้ ก็จะต้องใช้ความสามารถนี้ในการเชื่อมโยงการแก้ปัญหาที่มีความเหมือนและสอดคล้องกันต่อไป เพื่อให้การแก้ปัญหานั้นง่ายขึ้น ตัวอย่างเช่น การทำกิจกรรมการแยกชิ้นส่วนหุ่นยนต์ของผู้เรียน ผู้เรียนได้เรียนรู้เทคนิค วิธีการที่เหมาะสม ในการแยกชิ้นส่วนได้อย่างคล่องแคล่ว จึงนำมาใช้กับการแยกชิ้นส่วนอื่น ๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายกัน เป็นต้น ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ในขั้นนี้จะส่งผลให้ผู้เรียนมีการทำงานร่วมกันมากขึ้น เกิดการวางแผนการทำงาน และเป็นการเตรียมความพร้อมในการทดสอบผลของการแก้ไขปัญหานั้นในขั้นถัดไป

3) ด้านการตรวจสอบการแก้ปัญหา (Inspect Solution) กระบวนการขั้นนี้เป็นสิ่งที่สำคัญในด้านของการตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้ร่วมกันออกแบบการแก้ไขปัญหานั้น นักเรียนมักจะใช้เวลาบางส่วนนี้เป็นหลัก นักเรียนจะต้องทำการทดลองหลายครั้งจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ผู้สอนจำเป็นต้องเน้นย้ำถึงความสำคัญของกระบวนการ เมื่อพบปัญหา นักเรียนจำเป็นที่จะต้องแก้ไขและปรับปรุงร่วมกันในทันที ในการเรียนการสอนขั้นนี้ พบว่าเป็นขั้นตอนที่จำเป็นต้องให้เวลากับผู้เรียนมากเพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลอง ผลการออกแบบขั้นตอนการแก้ไขปัญหานั้น ซึ่งหากเนื้อการเรียนรู้หรือจุดประสงค์การเรียนรู้มีความซับซ้อนผู้สอนผู้สอนจำเป็นที่จะต้องเพิ่มคาบในการทำกิจกรรม หรือ จำนวนครั้งในการทำกิจกรรมมากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงศักยภาพออกมาได้เต็มที่ที่สุด สอดคล้องกับ แอตเมตซิดูว์ และดีเมียเปียดิส (Atmatzidou และ Demetriadis, 2014) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องวิธีการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน โดย

ผ่านกิจกรรมเรียนรู้แบบ Robotics กล่าวว่า ในการจัดกิจกรรมที่มากขึ้นก็จะมี การแก้ปัญหาและการพัฒนาความคิดเชิงคำนวณที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น และได้แนะนำว่าหากต้องการที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีการคิดเชิงคำนวณมากยิ่งขึ้นก็ควร 1.เพิ่มแผนงานการทำงานที่สนับสนุนผู้เรียนผ่านกิจกรรมให้มากขึ้น 2. เพิ่มจำนวนกิจกรรมให้มากขึ้น 3. สร้างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งในขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ปัญหา (Inspect Solution) นับว่าเป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมองเห็นการแก้ไขปัญหาด้วยชุดหุ่นยนต์อย่างเป็นรูปธรรมที่สุด ผู้สอนผู้สอนจึงควรใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากยิ่งขึ้น อย่างน้อย 15 นาที เนื่องจากในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ทำการทบทวนและได้ใช้ความสามารถทางการคิดเชิงคำนวณแบบองค์รวมครบทั้ง 4 ด้าน จากการที่ผู้เรียนพบปัญหาขึ้นใหม่ที่ไม่สามารถแก้ไขได้ จึงต้องพิจารณา ตรวจสอบ ขั้นตอนการแก้ไขปัญหา หรืออัลกอริทึมในแต่ละขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ว่ามีสิ่งใดที่เป็นข้อผิดพลาด (Bug) จากนั้นระบุปัญหาที่แท้จริงให้ได้ว่าเกิดจากสิ่งใด ซึ่งเป็นการใช้ความสามารถในด้านของ การระบุสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) ผู้เรียนจะตรวจสอบปัญหาที่พบโดยการตรวจสอบทีละขั้นตอน ทีละส่วน เพื่อระบุให้ได้ว่าส่วนใดที่ต้องแก้ไข เป็นการใช้ความสามารถทางด้าน การคิดแยกย่อยปัญหา (Decomposition) ภายหลังจากนี้จะเป็นการออกแบบขั้นตอนการแก้ไขปัญหาหรืออัลกอริทึมขึ้นมาอีกครั้ง ผู้เรียนจะได้ฝึกฝนความสามารถในการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) และเมื่อผู้เรียนแก้ไขปัญหาก็ได้ จะทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงวิธีในการแก้ไขปัญหากับปัญหาที่คล้ายคลึงกันต่อไป เป็นการใช้ความสามารถในด้านของการจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) ซึ่งดังที่กล่าวมานั้น จึงเป็นเหตุผลให้กระบวนการในขั้นตอนนี้ควรใช้ระยะเวลาามากที่สุดในการทำกิจกรรม ซึ่งผู้เรียนจะนำผลที่ได้จากกระบวนการขั้นนี้ไปใช้ในการนำเสนอผลการทำกิจกรรมในกระบวนการจัดการเรียนรู้ขั้นสุดท้าย

4) ด้านการนำเสนอการแก้ปัญหา (Present Solution) เป็นขั้นที่จำเป็นสำหรับการสะท้อนผลป้อนกลับของผู้เรียนด้วยกัน และจากผู้สอนที่คอยสังเกตและเป็นผู้อำนวยความสะดวก กิจกรรม ในระยะแรกผู้เรียนไม่กล้าที่จะนำเสนอสิ่งที่ตนเองเกิดปัญหาขึ้น กลุ่มที่แพ้ในการทำกิจกรรมจะไม่ต้องการที่จะอธิบายถึงข้อผิดพลาด บางครั้งเกิดข้อถกเถียงกันสำหรับสาเหตุของการผิดพลาด แต่เมื่อทำกิจกรรมในครั้งต่อไป มา ผู้เรียนสามารถยอมรับผลได้ดีขึ้น และยินดีที่จะอธิบายปัญหา สิ่งที่น่าสนใจสำหรับการนำเสนอคือ การเปิดโอกาสให้กลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันอภิปราย เสนอแนวทางที่ดีขึ้น เพื่อที่จะปรับปรุงการทำงานในครั้งต่อไป ซึ่งนักเรียนก็สามารถปรับปรุงข้อผิดพลาดในกลุ่มของตนเองได้ดีขึ้น ซึ่งการนำเสนอการแก้ปัญหานั้นเป็นสิ่งที่ช่วยสะท้อนผลการทำงานทุกอย่างของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนรับรู้ข้อมูล ข้อผิดพลาด รวมถึงจุดเด่นของ

ตนเอง สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ พิมพ์ใจ เกตุการณ์ (พิมพ์ใจ, 2560) และ Cheng และ Xiang (2016) ที่กล่าวว่า ครูควรที่จะเป็นผู้จัดการอภิปรายสรุปผลภายหลังการเรียนรู้ เพื่ออธิบายถึงจุดเด่นและจุดด้อยของงาน และควรให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานของตนเอง เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงข้อดีข้อบกพร่องของกลุ่มต่าง ๆ และกลุ่มตนเอง นักเรียนจะมีความตั้งใจในการพัฒนาผลงานให้ดีขึ้นกว่าเดิม มีความกล้าแสดงออกที่จะนำเสนอผลงาน ซึ่งขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ทบทวนทบทวนทำกิจกรรมและการฝึกฝนความสามารถของการคิดเชิงคำนวณทั้งหมด จากการที่ได้ทราบผลสะท้อนในประเด็นที่ว่า ปัญหาที่แท้จริงของกิจกรรมนี้คืออะไร มีวิธีการใดบ้างที่สามารถแก้ไขได้ ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร และมีขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบใดที่น่าสนใจหรือสามารถแก้ปัญหาได้ ที่ผู้เรียนจะนำไปใช้ในการทำกิจกรรมครั้งถัดไป เนื่องจากการที่ผู้เรียนได้รับผลสะท้อนกลับจากการทำกิจกรรมจะช่วยให้เห็นข้อบกพร่องและสามารถแก้ไขข้อบกพร่องในกระบวนการทำงานของตนเองได้ ทำให้การทำกิจกรรมในครั้งถัดไปมีแนวโน้มที่ดีขึ้นเรื่อย ๆ

ผลการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณ

จากผลการทำกิจกรรมของผู้เรียนทั้ง 6 กิจกรรม เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า กิจกรรมทั้ง 6 กิจกรรมมีค่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน ระหว่าง ($\bar{X}=12.80-19.10$) จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน จำแนกรายกิจกรรม ดังนี้ 1.เจ้าปัญหาและเจ้าปัญญา ($\bar{X}=12.80$) ไม่ผ่านเกณฑ์ 2.กิจกรรมนายช่างตัวน้อย ($\bar{X}=15.80$) ผ่านเกณฑ์ 3.กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 1 ($\bar{X}=16.10$) ผ่านเกณฑ์ 4.กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 2 ($\bar{X}=16.90$) ผ่านเกณฑ์ 5.กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 1 ($\bar{X}=18.60$) ผ่านเกณฑ์ 6.กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 2 มี ($\bar{X}=19.10$) ผ่านเกณฑ์ และสรุปผลคะแนนทั้ง 6 กิจกรรม คือ ($\bar{X}=16.45$) ผ่านเกณฑ์ ซึ่งกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ค่าคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดและไม่สามารถผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ คือ กิจกรรมที่ 1.เจ้าปัญหาและเจ้าปัญญา ($\bar{X}=12.80$) ทั้งนี้อาจเกิดจากการเรียนรู้ขั้นต้นจากการจัดกิจกรรม Robotics ผู้เรียนเกิดประสบปัญหาในการทำกิจกรรม เนื่องจากผู้เรียนยังไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับเพื่อน จึงไม่สามารถระดมความคิดและร่วมกันออกแบบวิธีการแก้ปัญหาร่วมกันจากกระบวนการเรียนรู้ขั้น การออกแบบวิธีการและแก้ปัญหา (Design Solution) ได้ ส่งผลให้ในกระบวนการเรียนรู้ขั้นการตรวจสอบการแก้ปัญหา (Inspect Solution) นั้นไม่ประสบผลสำเร็จ อีกทั้งอาจยังไม่เข้าใจตัวกิจกรรมและในเรื่องแนวคิดของการคิดเชิงคำนวณ เพราะผู้เรียนในวัยนี้ยังไม่มีพื้นฐานในการเรียนเรื่องนี้มาก่อน และในกระบวนการเรียนรู้ขั้นการนำเสนอการแก้ปัญหา (Present Solution) นั้น เมื่อผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาและไม่เข้าใจแนวคิดของการคิดเชิงคำนวณ

ในขั้นต้นจึงนำเสนอผลการแก้ไขปัญหาก็ไม่ได้เท่าที่ควร จึงส่งผลให้คะแนนของการทำกิจกรรมโดยใช้ Robotics ในขั้นต้นของผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่ร้อยละ 70 ซึ่งภายหลังจากผู้เรียนได้เรียนรู้และทำกิจกรรมบ่อยครั้งขึ้น นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเรื่องแนวคิดของการคิดเชิงคำนวณได้ดีขึ้นและสามารถพัฒนาการคิดเชิงคำนวณได้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ตรงกับผลคะแนนการทำกิจกรรมของผู้วิจัย ซึ่งสังเกตได้จากคะแนนการทำกิจกรรมของผู้เรียนในแต่ละกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทุกกิจกรรม คือ กิจกรรมที่ 2.กิจกรรมนายช่างตัวน้อย ($\bar{X}=15.80$) กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 1 ($\bar{X}=16.10$) กิจกรรมที่ 4 กิจกรรมโปรแกรมเมอร์น้อย 2 ($\bar{X}=16.90$) กิจกรรมที่ 5 กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 1 ($\bar{X}=18.60$) และกิจกรรมที่ 6 กิจกรรมการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม 2 มี ($\bar{X}=19.10$) ทั้งนี้เพราะผู้เรียนเริ่มมีความสัมพันธ์กับเพื่อนที่ดีขึ้น เรียนรู้และเข้าใจแนวคิดของการคิดเชิงคำนวณได้ดีจากการเรียนรู้ที่บ่อยขึ้น ส่งผลให้คะแนนการทำกิจกรรมนั้นพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นลำดับ สอดคล้องผลการวิจัยของ แอตแมตซิดูว์ และดีเมียเทียดิส (Atmatzidou และ Demetriadis, 2014) ซึ่งในขั้นแรกของการจัดกิจกรรมผู้เรียนประสบปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจในด้านแนวคิดของการคิดเชิงคำนวณ อย่างไรก็ตามเมื่อผ่านกิจกรรมต่อไปเรื่อย ๆ ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจที่ดีขึ้น มีความสนใจในกิจกรรมที่จัดขึ้นรวมถึงการทำงานภายในทีมที่เป็นไปในเชิงบวก ในการจัดกิจกรรมที่มากขึ้นจะเกิดการแก้ปัญหาและการคิดเชิงคำนวณที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น แสดงให้เห็นว่าการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน ที่มีระยะเวลายาวนานมากขึ้น ช่วยส่งผลให้การรับรู้และความเข้าใจของผู้เรียนเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย การคิดเชิงคำนวณจึงเป็นสิ่งที่ต้องได้รับการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ ภายใต้อารมณ์ของกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมองค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ด้าน นอกจากนั้นการเสริมสร้างทักษะการทำงานเป็นทีม อาจเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงคำนวณได้ดีมากยิ่งขึ้น จากการทำงานร่วมกันเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถและความถนัดที่แตกต่างกัน ที่สามารถเติมเต็มและช่วยเหลือกันในการแก้ไขปัญหา และสิ่งที่น่าสนใจคือเมื่อถึงจุดที่ผู้เรียนมีการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณจนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างดีเยี่ยมแล้ว ผู้สอนควรจัดกิจกรรมโดยใช้ลำดับขั้นการเรียนรู้ประเภทสร้างสรรค์กับผู้เรียนมากขึ้น ให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงองค์ความรู้ที่ได้ และส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เกิดได้ง่ายที่สุดจากวัยที่ยังอยู่ในระดับประถมศึกษา

ข้อเสนอแนะการวิจัย

การพัฒนาแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ครั้งนี้ ผู้วิจัย
มีข้อเสนอแนะทั่วไปและข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ผู้ใช้ควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการละลายพฤติกรรม การทำงานร่วมกัน
ของผู้เรียน ก่อนการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ไปใช้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาร่วมกัน
ได้อย่างดีที่สุด

2. ผู้ใช้ควรสอนเนื้อหาหรือแนวคิดพื้นฐานให้นักเรียนเข้าใจเบื้องต้น
ก่อนนำรูปแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ไปใช้ และใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบฯ
ในการพัฒนาทักษะที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม

3. ผู้ใช้ควรจัดทำแบบวัดแบบอัตนัยเพื่อใช้ในการวัดการคิดเชิงคำนวณประกอบ
กับการวัดแบบปรนัย เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงการคิดแก้ไขปัญหาจากการออกแบบ
อัลกอริทึมที่มีความหลากหลายและแตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาเรื่องแนวทางการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ด้วยการจัดการเรียนรู้
ออนไลน์ที่ประกอบไปด้วย กิจกรรมจำลองประเภท Unplugged และ Plugged และใช้โปรแกรม
เชิงจินตภาพที่แสดงผลการทำงานของอัลกอริทึมได้อย่างชัดเจน เพื่อเป็นการเพิ่มช่องทางใน
การพัฒนาผู้เรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล และแก้ปัญหการเรียนรู้ในสถานการณ์ที่ไม่
สะดวกในการใช้ Robotics เช่น สถานการณ์จากไวรัส Covid-19

2. ควรศึกษาเรื่องปัจจัยของการทำงานเป็นทีมที่ส่งผลต่อการพัฒนา
ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ จากการใช้กิจกรรม Robotics

บรรณานุกรม

- Alimisis, D. (2009). Teacher education on robotics-enhanced constructivist pedagogical methods. *School of Pedagogical and Technological Education*.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2014). *How to support students' computational thinking skills in educational robotics activities*. Paper presented at the Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education.
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical education*, 20(6), 481-486.
- Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., & Barone, D. (2017). *Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school*. Paper presented at the Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education.
- Castledine, A.-R., Chalmers, Chris. (2011). LEGO Robotics: An authentic problem solving tool? *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(3).
- Chalmers, C. (2018). Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17, 93-100.
- Chambers, J. M., Carbonaro, M., & Murray, H. (2008). Developing conceptual understanding of mechanical advantage through the use of Lego robotic technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(4).
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175.
- CHENG, Z.-M., & Xiang, L. (2016). The PBL Teaching Method Research Based on Computational Thinking in C Programming. *DEStech Transactions on Social Science, Education and Human Science*(mess).

- Chongo, S., Osman, K., & Nayan, N. A. (2021). Impact of the Plugged-In and Unplugged Chemistry Computational Thinking Modules on Achievement in Chemistry. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(4).
- Cuny, J., Snyder, L., & Wing, J. M. (2010). Demystifying computational thinking for non-computer scientists. *Unpublished manuscript in progress, referenced in* <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>.
- Curzon, P., Dorling, M., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2014). Developing computational thinking in the classroom: a framework.
- Curzon, P., McOwan, P. W., Plant, N., & Meagher, L. R. (2014). *Introducing teachers to computational thinking using unplugged storytelling*. Paper presented at the Proceedings of the 9th workshop in primary and secondary computing education.
- de Campos, G. M., Cavaleiro, S., Foss, L., Pernas, A. M., de Brum Piana, C. F., Aguiar, M., . . . Reiser, R. (2014). *Organizaçao de informaçoes via pensamento computacional: Relato de atividade aplicada no ensino fundamental*. Paper presented at the Anais do Workshop de Informática na Escola.
- del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2020). Computational thinking through unplugged activities in early years of Primary Education. *Computers & Education*, 150, 103832.
- Education, T. I. S. f. T. i. (2011). Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education. Retrieved from <https://id.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf?sfvrsn=2>
- Finkle, S. L., & Torp, L. L. (1995). Introductory documents. *Available from the Center for Problem-Based Learning, Illinois Math and Science Academy, 1500, 60506-61000*.
- Fukuoka. (2015). "A Study on CS Unplugged Utilizing Regional Materials. *International Journal of Informatics Society*, 7(1), 13-18.
- González, M. R. (2015). *Computational thinking test: Design guidelines and content validation*. Paper presented at the Proceedings of EDULEARN15 conference.
- Group, C. E. R. (2019). Free activities for classroom or home. Retrieved.

- Jaipal-Jamani, K., & Angeli, C. (2017). Effect of robotics on elementary preservice teachers' self-efficacy, science learning, and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 175-192.
- Jiang, S., & Wong, G. K. (2019). Primary school students' intrinsic motivation to plugged and unplugged approaches to develop computational thinking. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 13(4), 336-351.
- Joyce, B. W., M. (1996). *Model of teaching* Boston: : Allyn and Bacon.
- Lawlor, Y. (2014). Introduction to Problem Based Learning 8th International Interdisciplinary Summer Institute Lecture
- Lodi, M. (2020). *Introducing Computational Thinking in K-12 Education: Historical, Epistemological, Pedagogical, Cognitive, and Affective Aspects*. Dipartimento di Informatica-Scienza e Ingegneria, Alma Mater Studiorum
- Maneehaet, S., & Wannapiroon, P. (2562). ระบบนิเวศการเรียนรู้ดิจิทัลด้วยปัญญาประดิษฐ์สำหรับการเรียนรู้อย่างชาญฉลาด A DIGITAL LEARNING ECOSYSTEM WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR SMART LEARNING.
- Ninlapun, S., & Bongkotphet, T. (2021). การจัด กิจกรรม การ เรียน รู้แบบ Unplugged เพื่อ พัฒนา ทักษะ การ คิด เชิง คำนวณ เรื่อง รูป สี่เหลี่ยม ของ นักเรียน ชั้น ประถม ศึกษา ปี ที่ 5. *Journal of Graduate Studies Valaya Alongkorn Rajabhat University*, 15(2), 208-223.
- Pinto-Llorente, A. M., Martín, S. C., González, M. C., & García-Peñalvo, F. J. (2016). *Developing computational thinking via the visual programming tool: Lego Education WeDo*. Paper presented at the Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality.
- Rehmat, A. P., Ehsan, H., & Cardella, M. E. (2020). Instructional strategies to promote computational thinking for young learners. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 36(1), 46-62.
- Rodriguez, B., Kennicutt, S., Rader, C., & Camp, T. (2017). *Assessing computational thinking in CS unplugged activities*. Paper presented at the Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education.

- Rodriguez, B., Rader, C., & Camp, T. (2016). *Using student performance to assess CS unplugged activities in a classroom environment*. Paper presented at the Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education.
- Roscoe, J. F., Fearn, S., & Posey, E. (2014). *Teaching computational thinking by playing games and building robots*. Paper presented at the 2014 International Conference on Interactive Technologies and Games.
- Saxena, A., Lo, C. K., Hew, K. F., & Wong, G. K. W. (2020). Designing unplugged and plugged activities to cultivate computational thinking: An exploratory study in early childhood education. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29(1), 55-66.
- School, C. C. a. (2014). Computational thinking. Retrieved from <https://community.computingschool.org.uk/files/8221/original.pdf>
- Takaoka, E., Fukushima, Y., Hirose, K., & Hasegawa, T. (2014). Learning Based On Computer Science Unplugged in Computer Science Education: Design, Development, and Assessment. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 8(7), 2094-2099.
- Thies, R., & Vahrenhold, J. (2013). *On plugging" unplugged" into CS classes*. Paper presented at the Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education.
- Tsarava, K., Moeller, K., Pinkwart, N., Butz, M., Trautwein, U., & Ninaus, M. (2017). *Training computational thinking: Game-based unplugged and plugged-in activities in primary school*. Paper presented at the European conference on games based learning.
- Usengül, L., & Bahçeci, F. (2020). The Effect of LEGO WeDo 2.0 Education on Academic Achievement and Attitudes and Computational Thinking Skills of Learners toward Science. *World Journal of Education*, 10(4), 83-93.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725.
- Wing, J. M. (2010). Computational Thinking--What and Why? . Retrieved from <http://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*: DR Woods.
- Yadav, A., Zhou, N., Mayfield, C., Hambruch, S., & Korb, J. T. (2011). *Introducing computational thinking in education courses*. Paper presented at the Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education.
- แซมณี, ท. (2560). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชลาริป, ส. (2560). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ผ่านการเล่นิทานสำหรับเด็กปฐมวัย. วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ *Academic Services Journal, Prince of Songkla University*, 28(3), 177-184.
- ฐิตินันท์, ส. (2560). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก. ปริญญาณพนธ์ (กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , 2560. http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ed_SLM/Thitinan_S.pdf
- http://ils.swu.ac.th:8991/F?func=service&doc_library=SWU01&local_base=SWU01&doc_number=000430247&sequence=000001&line_number=0001&func_code=DB_REC&ORDS&service_type=MEDIA
- ณัฐกร, ส. (2553). การพัฒนารูปแบบการเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักด้วยเครื่องมือทางปัญญาแบบไฮเพอร์มีเดีย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนิสิตนักศึกษา สาขาเกษตรศาสตร์ ระดับปริญญาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทรัพย์เกิด, ศ. (2559). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงประมวลผลด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุคุณนารี 14(1). สืบค้นจาก <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/2772/1/59316305.pdf>

- นนทกร, อ. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องพันธุศาสตร์โดยการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน. ปรินญาณิพนธ์ (กศ.ม. (ชีววิทยา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2559.
- นฤมล, ห. (2554). ผล ของ การ ใช้ โปรแกรม การ เรียน โดย ใช้ ปัญหา เป็น ฐาน ที่ มี ต่อ ความ สามารถ ใน การทำงาน เป็น ทีม ของ นักเรียน มัธยมศึกษา ตอน ต้น. จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- นิรมิข, เ. (2556). เรียนรู้แบบ STEM ผ่านหุ่นยนต์สร้างการมีส่วนร่วมของนักเรียน. นิตยสาร สสวท., ปีที่ 42(185), 23-25.
- บัญญัติ, พ., & พนมพร, ด. (2559). เกมบนโปรแกรมเชิงจินตภาพและแนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ. *Journal of Information Science & Technology*, 6(2).
- พรจิต, ป. (2553). คู่มือการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน Problem-Based Learning; PBL (For Engineering Education). สืบค้นจาก https://www.researchgate.net/profile/Pornjit-Pratumsuwan/publication/324556133_khumux_karreynrudoychipayhapenthan_Problem-Based_Learning_Manual/links/5ad54801a6fdcc2935809fc0/khumux-karreynrudoychipayhapenthan-Problem-Based-Learning-Manual.pdf
- พรพิมล, ต. (2562). สนุก คิด กับ กิจกรรม Unplugged Programming. <https://library.ipst.ac.th/handle/ipst/6299>.
- พิมพ์ใจ, เ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 19, ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มี.ค. 2560), หน้า 77-89.
- ไพศาล, ส. (2558). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (*Problem-based learning*). In. สืบค้นจาก <http://ph.kku.ac.th/thai/images/file/km/pbl-he-58-1.pdf>
- รัฐกรณ์, ค., ดร.สมสร, ว., ดร.สุรัช, ส., ดร.อัคร, อ., & ดร.สุนันท์, ศ. (2551). การพัฒนารูปแบบการสอนบนเว็บโดยใช้กลยุทธ์การจัดการความรู้รายวิชาเทคโนโลยีการศึกษาในระดับอุดมศึกษา. วารสาร วิชาการศึกษาศาสตร์, 9(2).
- เรืองรอง, ภ., แก้วอุไร, ร., นาม่วงอ่อน, ศ., ช้างขวัญยืน, อ., & เต็งคิว, ศ. (2561). Computational Thinking กับการศึกษาไทย. *Panyapiwat Journal*, 10(3), 322-330.
- ศรีวงษ์ชาติดี, ศ., & สงคราม, เ. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรกา เรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์. *Online Journal of Education*, 12(3), 185-201.

- ศรีสังข์, พ. (2551). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาจิตวิทยาสังคมโดยใช้ชุมชนและประสบการณ์เป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์. วารสารพฤติกรรมศาสตร์, 14(1), 33-47.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการจัดการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ). In. สืบค้นจาก <https://www.scimath.org/ebook-technology/item/8376-2560-25051>
- สารานุกรมเสรี. (2560). หุ่นยนต์. สืบค้นจาก จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/หุ่นยนต์>
- สิริวัฒน์, อ. (2560). การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Learning): ความท้าทายของการศึกษาพยาบาลในการพัฒนาการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *Nursing Journal of The Ministry of Public Health*, 27(2), 15-30.
- อังสุรีย์, พ. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLICK เพื่อส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจทางปัญญา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาการศึกษาปฐมวัย. ปริญญานิพนธ์ (กศ.ด. (การศึกษาปฐมวัย) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2558.
- http://thesis.swu.ac.th/swudis/Ear_Chi_Ed/Aungsuree_P.pdf

ภาคผนวก





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.อัญชนา สุขสมจิตร

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.จุลศักดิ์ สุขสบาย

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดเชิงคำนวณ

อาจารย์พิชญานิน ศิริห้ำ

อาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)



ที่ อว 8718/2700



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

29 ธันวาคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

เนื่องด้วย นายชัยภัทร ลูกบัว นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotic ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัยชัย อ่อนมิ่ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัญชญา สุขสมจิตร เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของแผนการสอน 2) แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน และ 3) แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายชัยภัทร ลูกบัว และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 083 929 0568



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. 15644

ที่ อว 8718.1/2701

วันที่ 23 ธันวาคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

เนื่องด้วย นายชัยภัทร ลูกบัว นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotic ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุลศักดิ์ สุขสบาย และอาจารย์ พิษุณานัน ศิริกล้า เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของแผนการสอน 2) แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ ก่อนเรียน - หลังเรียน และ 3) แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป และสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ โทร. 083 929 0568

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายชัยภัทร ลูกบัว และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ดร.ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ
3. ตัวอย่างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ
4. ตัวอย่างแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้
5. ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ
6. ตัวอย่างแบบประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

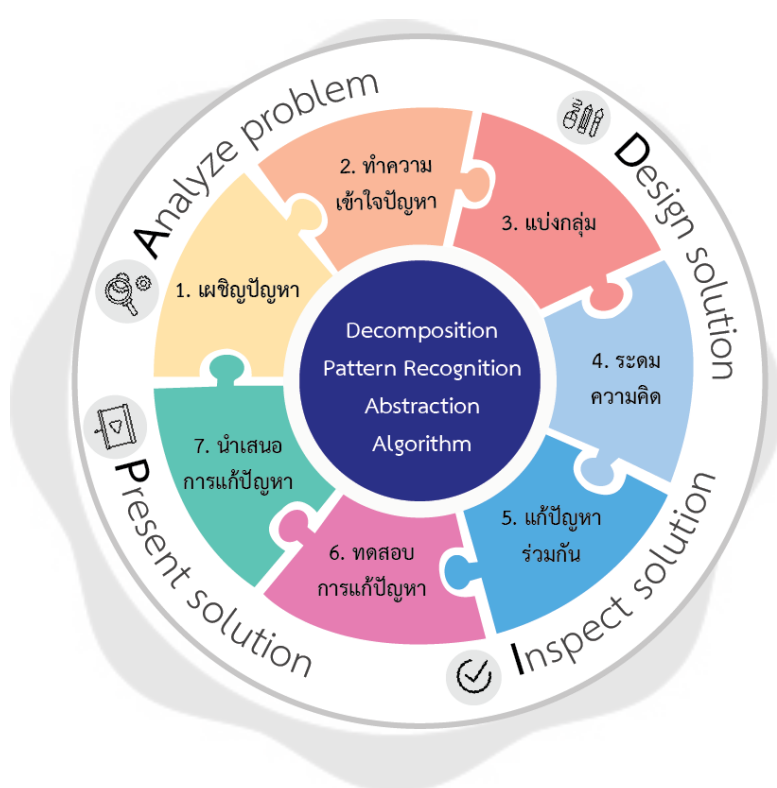
1. ตัวอย่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

คู่มือการใช้งาน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)



คำนำ

คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) เป็นเอกสารการอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับ ที่มา องค์ประกอบ และแนวทางการนำรูปแบบฯ ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้ที่ต้องการนำไปใช้ได้เตรียมพร้อมกับสิ่งที่ต้องศึกษาก่อน โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วยสาระสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ที่มาของรูปแบบฯ
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบฯ
3. องค์ประกอบของรูปแบบฯ
4. แนวทางการนำรูปแบบฯ ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้
5. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน
6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

1. ที่มาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

แผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ได้ให้ความสำคัญกับแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้มีความก้าวหน้า และเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยมุ่งพัฒนาในส่วนต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจไทยในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องการพัฒนานวัตกรรมเพื่อนำมาใช้ในการขับเคลื่อนเพื่อยกระดับศักยภาพของประเทศในทุกมิติ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2542 หมวด 9 เรื่องเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มาตรา 66 กล่าวว่า ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ทำได้ เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ : 2560) ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการได้ตอบรับนโยบายข้างต้นในปีการศึกษา พ.ศ. 2560 โดยมีการจัดทำหลักสูตรรายวิชาวิทยาการคำนวณที่มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี รู้เท่าทันสารสนเทศ และสิ่งที่สำคัญคือการมุ่งเน้นที่การคิดแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอย่างเป็นระบบโดยการอาศัยเทคโนโลยีเพื่อเป็นตัวช่วยอำนวยความสะดวก

วิทยาการคำนวณ ประกอบไปด้วยเสาหลัก 3 ประการคือ 1) การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) 2) พื้นฐานความรู้ด้านเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology) และ 3) พื้นฐานการรู้เท่าทันสื่อและข่าวสาร (Media and Information Literacy) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : สสวท., 2561) ส่วนที่สำคัญที่สุดที่จะช่วยพัฒนาหรือเติมเต็มการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบดังที่กล่าวมานั้น คือ การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายอย่างเป็นระบบ สิ่งที่สำคัญของทักษะการคิดเชิงคำนวณ คือ ความสามารถในการคิด วางแผน แก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ ที่สามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ได้ เนื่องด้วยปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

ไม่สามารถใช้ศาสตร์ใดศาสตร์หนึ่งในการแก้ไขปัญหาได้ จำเป็นต้องบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ร่วมกับการใช้ความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบในการแก้ไข โดยอาศัยเทคโนโลยีเป็นตัวช่วยอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 มีพื้นฐานที่เพียงพอต่อการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง นำไปสู่การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม จนสามารถพัฒนาเป็นนวัตกรรมที่สามารถขับเคลื่อนประเทศต่อไปได้ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณจึงเป็นแนวคิดที่สำคัญและมีความจำเป็นอย่างสูงต่อผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Wing. 2011; บัญญพนธ์ พูลสวัสดิ์. 2559)

การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณมีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยวิธีที่มีความน่าสนใจคือ การประยุกต์ใช้โปรแกรมจินตภาพกับการจัดกิจกรรมด้วยชุดหุ่นยนต์ (Robotics) เพื่อช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ เนื่องจากการจัดกิจกรรมด้วยชุดหุ่นยนต์นั้นเป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โครงสร้าง หลักการทำงาน การออกแบบ โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ จึงทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรม เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดแก้ปัญหา รวมถึงการคิดเชิงคำนวณด้วยเช่นกัน (Yadav. 2011; Chambers. 2008) การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมชุดหุ่นยนต์ (Robotics) ให้มีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องอาศัยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับบริบทของทักษะ กิจกรรม มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะ

ปัจจุบันมีการนำแนวคิด วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ส่วนใหญ่นั้นพบว่าการนำวิธีการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based-Learning) และ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based-Learning) มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้อย่างมากที่สุด (Castledine, 2011; Atmatzidou, 2014; Pinto-Llorente, A. M, 2016) ซึ่งทั้งสองวิธีล้วนเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องของความเหมาะสมของระดับช่วงวัยของผู้เรียน ประเภทสื่อที่นำไปใช้ และรูปแบบของการจัดกิจกรรม ซึ่งวิธีการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับบริบทของการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณคือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Project Based-Learning) เนื่องจากจัดเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาจากการทำงานเป็นทีม และไม่ต้องอาศัยภูมิความรู้เดิมระดับสูง

เมื่อเทียบกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพราะเป็นวิธีการที่เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งแก้ปัญหา มีขั้นตอนการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น มีรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีการสร้างความรู้ขึ้นใหม่จากปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้ผู้เรียนนั้นเกิดทักษะการคิดในหลากหลายรูปแบบจากการมุ่งแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งได้รับความรู้ในศาสตร์ที่ศึกษาไปพร้อม ๆ กัน และนอกจากนั้นยังเป็นวิธีที่ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการทำงานเป็นทีม ร่วมกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เกิดวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายและสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น (ไพศาล สุวรรณน้อย. 2558; นนทกร อรุณพฤษา กุล. 2559)

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) เป็นสถาบันการศึกษาที่มีความมุ่งมั่นในการเป็นต้นแบบของการจัดการศึกษา สู่มาตรฐานระดับสากล ส่งเสริมการวิจัยทางการศึกษาที่มีคุณภาพ มีการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ส่งเสริมการสร้างสรรค์อาชีพ ซึ่งในด้านการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) นั้น มีความพร้อมในด้านของบุคลากรที่มีคุณภาพ สื่อ เทคโนโลยีที่มีความหลากหลาย ทันสมัย เหมาะสำหรับการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางการศึกษา การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เป็นต้นแบบ มีคุณภาพ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเป็นต้นแบบทางการจัดการการศึกษาได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงให้ความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต มหวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เกิดแบบแผน ลำดับขั้นตอนในการพัฒนาทักษะที่ชัดเจน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนานวัตกรรม จากการเป็นผู้เรียนรู้สู่การเป็นนวัตกรรมในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบฯ

2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

2.2 เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

3. องค์ประกอบของรูปแบบฯ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) องค์ประกอบของรูปแบบฯ ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

3.1 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ

การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) เป็นความสามารถในการคิด ออกแบบ วางแผน แนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน เรียกว่า อัลกอริทึม ซึ่งไม่ได้มุ่งเน้นที่เพียงการแก้ปัญหาด้านคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่มีจุดประสงค์หลักคือการมุ่งเน้นแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเป็นตัวช่วยในการจำลองสถานการณ์ สภาพแวดล้อม และช่วยอำนวยความสะดวกในการแก้ไขปัญหา มีองค์ประกอบ ดังนี้

- 1) การคิดแยกย่อยปัญหา (Decomposition) คือ การแยกส่วนประกอบของปัญหาที่มีความแตกต่างกัน ออกจากกัน เพื่อให้ง่ายต่อการคิดแก้ปัญหา
- 2) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การนำส่วนประกอบของปัญหาที่มีความซ้ำ หรือคล้ายคลึงกัน มาช่วยในการแก้ปัญหา
- 3) การระบุสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) คือ การระบุความสำคัญของปัญหาโดยการแยกส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากส่วนสำคัญของปัญหา
- 4) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การออกแบบขั้นตอนของการแก้ปัญหาเป็นรูปแบบ ขั้นตอน คำสั่ง ที่มีความชัดเจน สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และนำไปสู่ปัญหาที่มีความคล้ายคลึงกันได้

3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดพฤติกรรมความต้องการที่จะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะมีการพัฒนาการคิดแก้ปัญหาควบคู่ไปกับความรู้อื่น ๆ ผู้สอนจะเป็นผู้สนับสนุนหรืออำนวยความสะดวกการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ผ่านกระบวนการระดมความคิดของผู้เรียน มีการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น มีปฏิสัมพันธ์ มุ่งเน้นในกระบวนการแก้ปัญหา โดยปัญหาที่ถูกนำมาใช้นั้นจะเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือเกิดจากการจำลองสถานการณ์ก็ได้ การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics เพื่อพัฒนา

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้งหมด 7 ขั้นตอน มีรายละเอียดของขั้นตอน ดังนี้

- 1) การเผชิญปัญหา คือ การที่ผู้สอนทำการกำหนด หรือ ชี้แจงประเด็นปัญหาให้ผู้เรียนทราบว่าจะอะไรคือปัญหา มีรายละเอียด กติกา กฎเกณฑ์อย่างไร และผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหด้วยตนเอง รับรู้ถึงรายละเอียดของปัญหาที่จะต้องทำการแก้ไข
- 2) การทำความเข้าใจปัญหา คือ ผู้เรียนทำความเข้าใจกับข้อมูล สถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูล ตั้งคำถามหรือข้อสงสัยที่ต้องการทราบเพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหา
- 3) การแบ่งกลุ่ม คือ การที่ผู้เรียนแบ่งกลุ่มการแก้ไขปัญหออกเป็นกลุ่มละ 3-5 คน อย่างมีเงื่อนไข คือ จะต้องแบ่งหน้าที่การทำงานหรือด้วยเหตุผลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญห
- 4) การระดมความคิด คือ ผู้เรียนร่วมกันระดมความคิดในการวิเคราะห์ ทำความเข้าใจกับปัญหาร่วมกันอีกครั้ง ออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาและแบ่งหน้าที่การทำงาน ใช้การตัดสินใจร่วมกันเป็นกลุ่ม
- 5) การแก้ปัญหาร่วมกัน คือ ผู้เรียนร่วมกันแก้ไขปัญหตามแนวทางที่วางไว้
- 6) การทดสอบการแก้ปัญห คือ ผู้เรียนทดสอบวิธีแก้ไขปัญหของกลุ่มตนเอง หากพบข้อผิดพลาดจะทำการระดมความคิดในการร่วมกัน เพื่อแก้ปัญหใหม่อีกครั้งและตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ไขปัญหจนกว่าจะแก้ปัญหสำเร็จ
- 7) การนำเสนอการแก้ปัญห คือ ผู้เรียนนำเสนอปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน วิธีการแก้ไขปัญห ผลการแก้ไขปัญห และรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้อื่น

3.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ

กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการออกแบบและจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้ง 7 ขั้นตอน และนำมาพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรม Robotics ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย 4 กระบวนการ ดังนี้

3.3.1 การวิเคราะห์ปัญหา (Analyze problem)

การกระตุ้นผู้เรียนโดยการใช้ปัญหาที่กำหนดขึ้น โดยปัญหานั้นจะเป็นปัญหาที่ใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตจริงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความคิด นอกจากนั้นผู้สอน

สามารถสอบถามปัญหาจากผู้เรียนหากผู้เรียนต้องการที่จะแก้ไขปัญหที่พบเจอด้วยตนเองซึ่งจะช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ที่ดี จากนั้นดำเนินการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้นเพื่อเตรียมพร้อมที่จะเรียนรู้จากการใช้สื่อการสอนที่น่าสนใจ เช่น วิดีโอ การใช้หุ่นยนต์ เกมการเรียนรู้ เป็นต้น ให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้เรียนเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการแก้ไขปัญห ในส่วนของผู้เรียนนั้นจะทำหน้าที่เป็นผู้รับข้อมูล ทำความเข้าใจ และเผชิญกับปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้น โดยผู้สอน หลังจากนั้นผู้เรียนจะแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 3-5 คน ในแต่ละกิจกรรมที่ถูกจัดขึ้น เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มที่จากการร่วมกันทำงานของผู้เรียน

3.3.2 การออกแบบวิธีการและแก้ไขปัญห (Design Solution)

การที่ผู้เรียนภายในกลุ่มจะทำการระดมความคิด วิเคราะห์ปัญหาร่วมกันอีกครั้ง และเสนอวิธีในการแก้ปัญหาร่วมกันกับสมาชิกภายในกลุ่ม จากนั้นร่วมกันตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหที่ดีที่สุดเพื่อลงมือแก้ปัญหาร่วมกัน ผู้สอนจะทำหน้าที่ในการสังเกตการทำงานร่วมกันของผู้เรียน ตอบคำถาม ให้คำแนะนำและเื้อออำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันอย่างดีที่สุด

3.3.3 การตรวจสอบการแก้ปัญห (Inspect Solution)

การทดสอบวิธีการแก้ปัญหของผู้เรียนภายในกลุ่ม หากผู้เรียนพบว่ากลุ่มของตนเองทำการแก้ปัญหไม่สำเร็จ จะต้องระดมความคิด ร่วมกันออกแบบวิธีแก้ปัญห หรือเป็นการดำเนินการในกระบวนการในขั้นที่ 2 ใหม่อีกครั้ง เพื่อทบทวนความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและหาวิธีแก้ปัญหที่ดีที่สุด ผู้สอนจะทำหน้าที่ร่วมตรวจสอบ ประเมิน การแก้ไขปัญหของผู้เรียน และชี้แจงให้ผู้เรียนคิด วิเคราะห์ เพื่อให้เข้าใจถึงข้อผิดพลาดของกลุ่มตนเอง เพื่อนำข้อผิดพลาดนั้นไปแก้ไขร่วมกัน

3.3.4 การนำเสนอการแก้ปัญห (Present Solution)

การนำเสนอแนวคิด เทคนิค วิธีการในการแก้ปัญห ปัญหที่พบในการทำงาน และวิธีในการแก้ปัญหเหล่านั้น ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้สอบถาม ประเมิน และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหของผู้เรียน ด้านผู้เรียนเองก็จะเป็นผู้สอบถาม ประเมิน และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการแก้ไขปัญหในกลุ่มเพื่อนของและกลุ่มของตนเองเช่นเดียวกัน

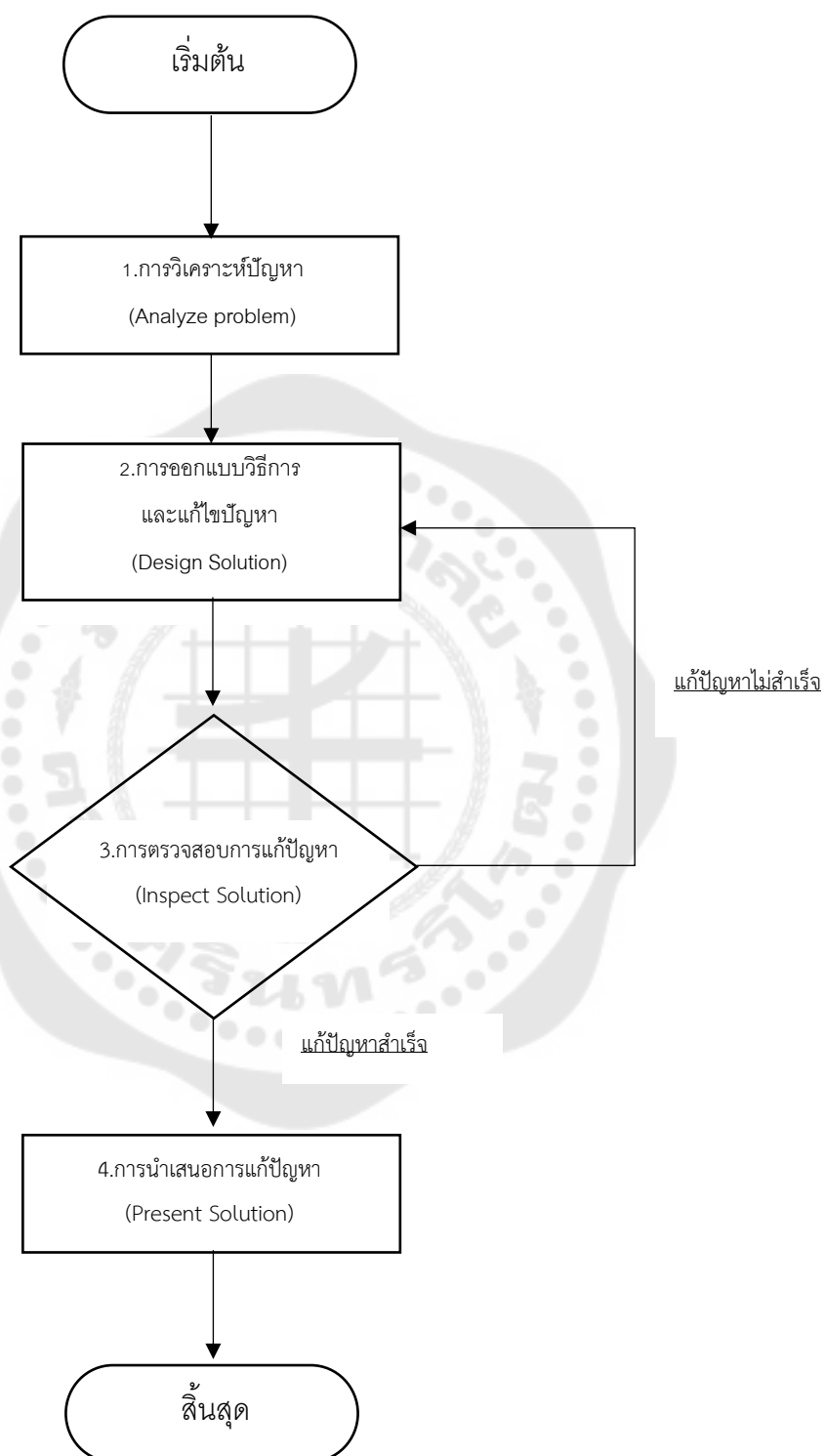
4. แนวทางการนำรูปแบบฯ ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

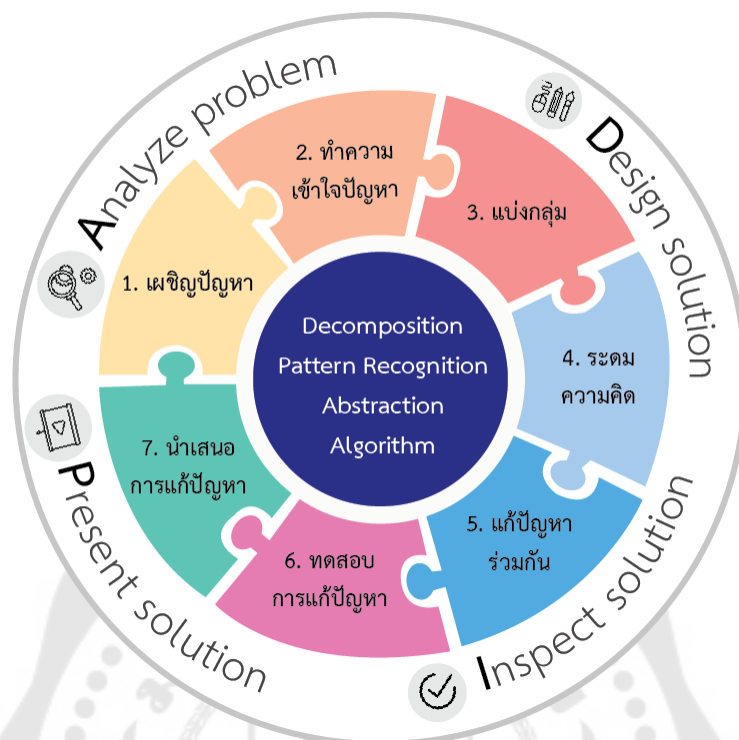
แนวทางการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) มีรายละเอียด ดังนี้

แนวทางการนำรูปแบบฯไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรม Robotics

กระบวนการจัดการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	บริบทของผู้สอน	บริบทของผู้เรียน	ผลลัพธ์ที่คาดหวังของผู้เรียน
ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหา	1. การเผชิญปัญหา 2. การทำความเข้าใจปัญหา 3. การแบ่งกลุ่ม	ทำหน้าที่กระตุ้นผู้เรียนด้วยปัญหาและให้ความรู้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหามากที่สุด	รับรู้ ทำความเข้าใจปัญหาและแบ่งกลุ่มการเรียนรู้กลุ่มละ 3-5 คน	เข้าใจปัญหารับรู้ข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา แบ่งกลุ่มการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการและการแก้ไขปัญหา	4. การระดมความคิด 5. การแก้ปัญหาร่วมกัน	ทำหน้าที่อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนร่วมกันทำงานอย่างเต็มที่	ระดมความคิดตัดสินใจแก้ไขปัญหาร่วมกัน	สามารถร่วมกันตัดสินใจแบ่งหน้าที่การทำงาน แก้ไขปัญหาร่วมกันได้
ขั้นที่ 3 การตรวจสอบการแก้ปัญหา	6. การทดสอบการแก้ปัญหา	ทำหน้าที่ชี้แจงข้อผิดพลาดให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดข้อผิดพลาด และค้นพบวิธีแก้ปัญหา	ลงมือแก้ไขปัญหาร่วมกัน ตรวจสอบวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองคิดวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและปรับปรุงวิธีแก้ไขปัญหา	สามารถ คิด วิเคราะห์ แก้ไขข้อผิดพลาด หรือปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นร่วมกันได้
ขั้นที่ 4 การนำเสนอการแก้ไขปัญหา	7. การนำเสนอการแก้ปัญหา	สอบถาม ประเมิน ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหา	อธิบายหลักการแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาข้อผิดพลาดที่พบรวมถึงวิธีการแก้ไข	สามารถอธิบายวิธีการทำงานร่วมกัน วิธีการแก้ปัญหาสื่อแนะความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้

ผังงานกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ





รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
เพื่อส่งเสริม การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

5. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ

5.1 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้เป็นแบบแผนที่ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนด้วย
กิจกรรม Robotics ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม Un-plugged และกิจกรรมแบบ Plugged

โครงสร้างวิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ

ครั้งที่	เรื่อง	กิจกรรม	องค์ประกอบของ การคิดเชิงคำนวณ
1	เจ้าปัญหาและเจ้า ปัญญา	การวิเคราะห์และระบุส่วนสำคัญของปัญหา	การระบุส่วนสำคัญของปัญหา
2	นายช่างตัวน้อย	1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ รถยนต์ 2. การแยกส่วนประกอบหุ่นยนต์	การแยกย่อยปัญหา และการจัดจำรูปแบบ
3	โปรแกรมเมอร์น้อย 1	การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ	อัลกอริทึม การจัดจำรูปแบบ
4	โปรแกรมเมอร์น้อย 2	การใช้งานเซ็นเซอร์และโปรแกรม	อัลกอริทึม การแยกย่อยปัญหา
5	การแก้ปัญหาด้วย โปรแกรม 1	การเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหา	อัลกอริทึม การระบุส่วนสำคัญของปัญหา
6	การแก้ปัญหาด้วย โปรแกรม 2	การเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหา	การระบุส่วนสำคัญของปัญหา การจัดจำรูปแบบ การแยกย่อยปัญหา อัลกอริทึม

2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ



โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา วิทยาการคำนวณ ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โปรแกรมเมอร์น้อย 1

เวลา 1 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2

ตัวชี้วัด ว 4.2 ป.

3/1 ป.3/2

1. ผลการเรียนรู้ (Learning Outcome)

นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบอัลกอริทึม สามารถแก้ปัญหาด้วยการใช้เทคโนโลยี แบ่งกลุ่มการทำงานเพื่อแก้ปัญหาร่วมกัน มีความมุ่งมั่นในการทำงานจนสำเร็จลุล่วง

2. ความคิดรวบยอดหลัก (Main Concept)

อัลกอริทึมเป็นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาย่างขั้นตอน มีรูปแบบ คำสั่ง ที่มีความชัดเจน สามารถนำไปใช้เป็นแบบแผนการแก้ปัญหที่เกิดขึ้นและนำไปสู่การแก้ปัญหามีความคล้ายคลึงกันได้ เป็นองค์ประกอบหนึ่งของการคิดเชิงคำนวณ

การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำเป็นวิธีการที่ช่วยให้ประหยัดขั้นตอนการทำงาน ใช้เวลาในการแก้ปัญหาได้เร็วขึ้น กระชับ และสะดวกต่อการเขียนโปรแกรม การใช้เครื่องมือการทำซ้ำ (Repeat) เป็นเครื่องมือพื้นฐานของการเขียนโปรแกรม

3. หัวข้อสาระการเรียนรู้ (Sub Concept / Topic)

1) อัลกอริทึม

2) การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ

4. สมรรถนะ

- 1) ความสามารถในการเรียนรู้ การสื่อสาร
- 2) ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ
- 3) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
- 4) ความสามารถในการแก้ปัญหา

5. อ่าน คิดวิเคราะห์ เขียน

- 1) ออกแบบอัลกอริทึมได้อย่างถูกต้อง
- 2) เขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำได้
- 3) มุ่งมั่นในการทำงานและร่วมกันแก้ไขปัญหา

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 1) มุ่งมั่นในการทำงานและร่วมกันแก้ไขปัญหา

7. ค่านิยมหลักของคนไทย

- 1) ใฝ่หาความรู้ หมั่นศึกษาเล่าเรียนทั้งทางตรง และทางอ้อม

8. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objective)

ด้านความรู้ (knowledge)

- ออกแบบอัลกอริทึมได้อย่างถูกต้อง

ด้านทักษะ (skill)

- เขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำได้

ด้านคุณลักษณะ (characteristic)

- มุ่งมั่นในการทำงานและร่วมกันแก้ไขปัญหา

9.การออกแบบกิจกรรม

ขั้นที่ 1 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (15 นาที)

1.1 การเผชิญปัญหา

1.1.1 ครูอธิบายเรื่องอัลกอริทึมว่าเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบวิธีการที่จะช่วยให้การแก้ปัญหาสะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น นั่นคือ การออกแบบอัลกอริทึม หรือการออกแบบขั้นตอนการแก้ไขปัญหา และอธิบายถึงวิธีการออกแบบอัลกอริทึมอย่างง่าย

1.1.2 ครูอธิบายภารกิจของนักเรียนในวันนี้ว่า “ ครึ่งนี้นักเรียนจะได้สร้างทีม และเมื่อนักเรียนสร้างทีมได้แล้ว ต่อไปจะเป็นการร่วมมือกันสร้างทีมการแข่งขันหุ่นยนต์ ภารกิจในครั้งนี้คือการเดินทางไปยังจุดหมายที่กำหนดโดยใช้คำสั่งการทำซ้ำ นักเรียนจะต้องเขียนโปรแกรมให้กับหุ่นยนต์เพื่อทำภารกิจให้สำเร็จ”

1.2 การทำความเข้าใจปัญหา

1.2.1 ครูสาธิตวิธีการเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ และอธิบายถึงข้อดีและเหตุผลที่ควรใช้เครื่องมือการทำซ้ำ (Repeat)

1.2.2 นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาจากข้อมูลที่กำหนดให้ และสามารถสอบถามรายละเอียดที่ตนอยากรู้อจากครูได้

1.3 การแบ่งกลุ่ม

1.3.1 นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มละ 3 คน จำนวนทั้งหมด 10 กลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นออกแบบวิธีการและแก้ไขปัญา (10 นาที)

2.1 การระดมความคิด

2.1.1 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนปรึกษา ระดมความคิด ในการวิเคราะห์ปัญหาร่วมกันก่อนทำภารกิจ

2.1.2 นักเรียนร่วมกันออกแบบการเขียนอัลกอริทึมและการทำงานภารกิจภายในกลุ่มของตนเองโดยการปรึกษาและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

2.2 การแก้ปัญหาร่วมกัน

2.2.1 นักเรียนลงมือเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ตามที่ได้วางแผนไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบวิธีแก้ปัญหา (10 นาที)

3.1 ทดสอบการแก้ไขปัญห

3.1.1 นักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

3.1.2 หากไม่สำเร็จ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปร่วมกันระดมความคิด เพื่อออกแบบวิธีการและร่วมกันแก้ไขปัญหจนกว่าจะสามารถแก้ไขปัญหจนสำเร็จลุล่วง

3.1.3 ครูร่วมสังเกตผลการแก้ไขปัญหของผู้เรียน เพื่ออธิบายถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบ ร่วมกันคิด และแก้ไขปัญหด้วยตนเอง หากพบข้อผิดพลาดที่ซ้ำซ้อนกันหลายกลุ่มจะต้องหยุดการทำกิจกรรมชั่วคราวเพื่อชี้แจงอีกครั้ง เพื่อกระตุ้นการคิดของผู้เรียนและอธิบายเพิ่มเติมข้อมูล

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอการแก้ไขปัญห (10 นาที)

4.1 การนำเสนอการแก้ไขปัญห

4.1.1 เมื่อนักเรียนสามารถแก้ไขปัญหจนสำเร็จลุล่วงแล้ว ในขั้นนี้นักเรียนจะนำเสนอสรุปผลการแก้ไขปัญห ปัญหที่พบในการทำงาน วิธีแก้ไขปัญห แนวทางในการปรับปรุงการทำงานครั้งต่อไป

4.1.2 ครูแนะนำเพิ่มเติมในประเด็นที่เกี่ยวข้อง และร่วมสรุปผลร่วมกับนักเรียนอีกครั้ง

4.1.3 ครูชี้แจงกิจกรรมและนัดหมายเกี่ยวกับการเรียนในครั้งต่อไป

10. สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

1. แอปพลิเคชัน Wedo2.0
2. Tablet
3. ชุดหุ่นยนต์ Lego Education Wedo2.0

11. การประเมินผล

1. การประเมินชิ้นงาน

2. การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

12. การออกแบบวิธีการและเครื่องมือประเมินผล

ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	แหล่งข้อมูล	เกณฑ์
ด้านความรู้ (knowledge) ออกแบบอัลกอริทึมได้อย่าง ถูกต้อง	การประเมิน ชิ้นงาน	แบบประเมิน ชิ้นงาน	ชิ้นงาน	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ ในระดับดีขึ้นไป
ด้านทักษะ (skill) เขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำได้	การประเมิน กิจกรรม	แบบประเมิน กิจกรรม	นักเรียน	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ ในระดับดีขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (characteristic) มุ่งมั่นในการทำงานและร่วมกัน แก้ไขปัญหา	การสังเกต	แบบสังเกต พฤติกรรม การเรียนรู้	นักเรียน	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ ในระดับดีขึ้นไป

แบบประเมินชิ้นงาน

เรื่องการออกแบบอัลกอริทึม

รายการประเมิน	คะแนน
1. ออกแบบอัลกอริทึมได้อย่างถูกต้อง 2. ใช้คำสั่งเหมาะสมกับการแก้ไขปัญห 3. ใช้คำสั่งในการเขียนโปรแกรมที่หลากหลาย 4. มีความคิดสร้างสรรค์ในการทำงาน	5
1. ออกแบบอัลกอริทึมได้อย่างถูกต้อง 2. ใช้คำสั่งเหมาะสมกับการแก้ไขปัญห 3. ใช้คำสั่งในการเขียนโปรแกรมที่หลากหลาย	4
1. ออกแบบอัลกอริทึมได้อย่างถูกต้อง 2. ใช้คำสั่งเหมาะสมกับการแก้ไขปัญห	3
1. ออกแบบอัลกอริทึมถูกต้องบางส่วน 2. ใช้คำสั่งเหมาะสมกับการแก้ไขปัญห	2
1. ออกแบบอัลกอริทึมถูกต้องบางส่วน	1

เกณฑ์การประเมินตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน ระดับคุณภาพ

- | | |
|---|---|
| 5 | การออกแบบอัลกอริทึมอยู่ในระดับดีมาก |
| 4 | การออกแบบอัลกอริทึมอยู่ในระดับดี |
| 3 | การออกแบบอัลกอริทึมอยู่ในระดับปานกลาง |
| 2 | การออกแบบอัลกอริทึมอยู่ในระดับควรพัฒนา |
| 1 | การออกแบบอัลกอริทึมอยู่ในระดับควรได้รับการช่วยเหลือ |

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรม เรื่องการเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ใช้คำสั่งการทำซ้ำอย่างถูกต้อง			
2	ประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบวนซ้ำได้อย่างเหมาะสม			
3	ปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรม			
4	อธิบายการออกแบบอัลกอริทึมอย่างมีเหตุผล			
5	แก้ไขปัญหาได้ทันเวลาที่กำหนด			

เกณฑ์การประเมินกิจกรรม เรื่องการจัดหมวดหมู่ชิ้นส่วนหุ่นยนต์

รายการประเมิน	คะแนน
ใช้คำสั่งการทำซ้ำอย่างถูกต้อง 1. ใช้คำสั่งการทำซ้ำได้ถูกต้องทั้งหมด 2. ใช้คำสั่งการทำซ้ำได้ถูกต้องแต่ไม่ทั้งหมด 3. ใช้คำสั่งการทำซ้ำไม่ถูกต้อง	3 2 1
ประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบวนซ้ำได้อย่างเหมาะสม 1. ใช้โปรแกรมได้ตรงกับจุดประสงค์ และมีการประยุกต์ใช้กับคำสั่งอื่น ๆ 2. ใช้โปรแกรมได้ตรงกับจุดประสงค์ แต่ไม่มีการประยุกต์ใช้กับคำสั่งอื่น ๆ 3. ใช้โปรแกรมไม่ตรงกับจุดประสงค์ ไม่มีการประยุกต์ใช้กับคำสั่งอื่น ๆ	3 2 1
ปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรม 1. มีการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดมากกว่า 2 ครั้งขึ้นไป 2. มีการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดไม่เกิน 1 ครั้ง 3. ไม่มีการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาด	3 2 1
อธิบายการออกแบบอัลกอริทึมอย่างมีเหตุผล 1. อธิบายการออกแบบอัลกอริทึมจากการใช้เหตุผลได้ชัดเจน 2. อธิบายการออกแบบอัลกอริทึมจากการใช้เหตุผลได้ไม่ชัดเจน 3. อธิบายการออกแบบอัลกอริทึมจากการใช้เหตุผลไม่ได้	3 2 1

รายการประเมิน	คะแนน
แก้ไขปัญหาค่าทันเวลาที่กำหนด	
1. ทำกิจกรรมสำเร็จได้ตามเวลาที่กำหนด	3
2. ทำกิจกรรมสำเร็จแต่เกินเวลาที่กำหนด	2
3. ไม่สามารถทำกิจกรรมให้สำเร็จได้	1

ระดับเกณฑ์ตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14 – 15	การจัดหมวดหมู่ของส่วนประกอบอยู่ในระดับดีมาก
11 – 13	การจัดหมวดหมู่ของส่วนประกอบอยู่ในระดับดี
7 – 10	การจัดหมวดหมู่ของส่วนประกอบอยู่ในระดับปานกลาง
5 – 6	การจัดหมวดหมู่ของส่วนประกอบอยู่ในระดับควรพัฒนา

แบบสังเกตพฤติกรรมความมุ่งมั่นในการทำงานและร่วมกันแก้ไขปัญหา

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
ด้านความมุ่งมั่นในการทำงาน				
1	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
2	มีความอดทนและไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
ด้านการร่วมกันแก้ไขปัญหา				
1	มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ปัญหา			
2	มีการระดมความคิดก่อนการลงมือแก้ไขปัญหา			
3	มีการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาาร่วมกัน			
4	มีส่วนร่วมกับการนำเสนอ			

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมความมุ่งมั่นในการทำงานและร่วมกันแก้ไขปัญหา

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
ด้านความมุ่งมั่นในการทำงาน			
1. มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย	มีสมาธิจดจ่อ ตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง ทุกครั้ง ไม่รบกวนผู้อื่น	มีสมาธิจดจ่อ ตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง บางครั้ง ไม่รบกวนผู้อื่น	ไม่มีสมาธิจดจ่อ ไม่ตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง ทุกครั้ง รบกวนผู้อื่น
2. มีความอดทนและไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ	พยายามทำงานจนสำเร็จ แก้ไขปัญหาเพื่อให้งานเสร็จทันเวลา	พยายามทำงานจนสำเร็จ แก้ไขปัญหาเพื่อให้งานเสร็จแต่ไม่ทันเวลา	ไม่พยายามทำงานจนสำเร็จ ไม่แก้ไขปัญหาเพื่อให้งานเสร็จ

ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
ด้านการร่วมกันแก้ไข้ปัญหา			
1. มีส่วนร่วมใน การวิเคราะห์ ปัญหา	มีความพยายามในการ ถามและตอบคำถาม ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา	มีความพยายามในการ ถามและตอบคำถาม <u>ไม่ร่วมกันวิเคราะห์</u> <u>ปัญหา</u>	<u>ไม่มีความพยายามใน</u> การถามและตอบ คำถาม <u>ไม่ร่วมกัน</u> <u>วิเคราะห์ปัญหา</u>
2. มีการระดม ความคิดก่อน การลงมือแก้ไข้ ปัญหา	มีการระดมสมอง แบ่ง หน้าที่การทำงาน ตัดสินใจร่วมกัน	มีการระดมสมอง แต่ไม่ แบ่งหน้าที่การทำงาน <u>ไม่ตัดสินใจร่วมกัน</u>	<u>ไม่มีการระดมสมอง ไม่</u> <u>แบ่งหน้าที่การทำงาน</u> <u>ไม่ตัดสินใจร่วมกัน</u>
3. มีการ ตรวจสอบและ แก้ไข้ปัญหา ร่วมกัน	ร่วมกันตรวจสอบ ข้อผิดพลาด ออกแบบ วิธีแก้้ปัญหาใหม่ ร่วมกัน แก้้ปัญหา ร่วมกัน	ร่วมกันตรวจสอบ ข้อผิดพลาด <u>ไม่</u> <u>ออกแบบวิธีแก้้ปัญหา</u> <u>ใหม่ร่วมกัน</u> <u>ไม่แก้้ปัญหาร่วมกัน</u>	<u>ไม่ร่วมกันตรวจสอบ</u> <u>ข้อผิดพลาด ไม่</u> <u>ออกแบบวิธีแก้้ปัญหา</u> <u>ใหม่ร่วมกัน</u> <u>ไม่แก้้ปัญหาร่วมกัน</u>
4. มีส่วนร่วมกับ การนำเสนอ	มีส่วนร่วมกับการเป็นผู้ นำเสนอทุกคน มีส่วน ร่วมกับการเป็นผู้ตั้ง คำถามบ่อยครั้ง	มีส่วนร่วมกับการเป็นผู้ นำเสนอทุกคน มีส่วน ร่วมกับการเป็นผู้ตั้ง คำถาม <u>บางครั้ง</u>	มีส่วนร่วมกับการเป็นผู้ นำเสนอเป็นบางคน มี ส่วนร่วมกับการเป็นผู้ ตั้งคำถาม <u>น้อยครั้ง</u>

ระดับเกณฑ์ตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน

ระดับคุณภาพ

16 – 18	การมุ่งมั่นในการทำงานและร่วมกันแก้ไข้ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก
13 – 15	การมุ่งมั่นในการทำงานและร่วมกันแก้ไข้ปัญหาอยู่ในระดับดี
9 – 12	การมุ่งมั่นในการทำงานและร่วมกันแก้ไข้ปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง
6 – 8	การมุ่งมั่นในการทำงานและร่วมกันแก้ไข้ปัญหาอยู่ในระดับควรพัฒนา

5.2 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณ

แบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณมีจุดประสงค์ในการวัดทั้งหมด 4 องค์ประกอบหลัก ของการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ 1. การคิดแยกย่อยปัญหา (Decomposition) 2. การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) 3. การระบุสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) 4. การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) ประกอบไปด้วยแบบทดสอบแบบปรนัยทั้งหมด 16 ข้อ ดังนี้

3. แบบทดสอบการคิดเชิงคำนวณ

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

การแยกย่อยปัญหา

ข้อใดใช้วิธีการแยกย่อยปัญหาได้อย่างถูกต้อง

1. ปึงปองต้องการจัดของในห้องเรียน จึงแยกประเภทสิ่งของ เพื่อให้เก็บง่ายขึ้น
2. แบ่งแบ่งของเล่นในห้องเพื่อแสดงความมีน้ำใจต่อกันและกัน
3. ปอนเขียนผังงานการแยกขยะจากขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย
4. ปกป้องต้องการระบายสีแดง จึงแยกสีอื่นออกไปให้หมด ใช้เพียงสีแดง

การจดจำรูปแบบ

รถ เครื่องบิน และเรือ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

1. มีขนาดเท่ากัน
2. มีล้อเหมือนกัน
3. สามารถรับผู้โดยสารได้เท่ากัน
4. สามารถรับผู้โดยสารได้เหมือนกัน

การระบุสาระสำคัญของปัญหา

นักเรียนจะต้องเดินทางไปทัศนศึกษาที่ภาคเหนือในเดือนธันวาคม ที่มีอากาศหนาวเย็นมาก และต้องทำกิจกรรมออกกำลังกายเป็นทีม 7 คนขึ้นไป ด้วยการเล่นกีฬา นักเรียนจะจัดเตรียมอุปกรณ์ในข้อใด เพื่อทำภารกิจให้ถูกต้อง

1. ชุดว่ายน้ำ เสื้อกั๊ก กางเกงขาสั้น
2. เสื้อกันหนาว เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว ลูกฟุตบอล
3. เสื้อกันหนาว กางเกงขายาว สุนัขอุป
4. เสื้อแขนสั้น กางเกงขาสั้น ลูกบ๊องปอง

การออกแบบอัลกอริทึม

15. หากต้องการให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปด้านหน้า ด้วยความเร็ว 8 เป็นเวลา 5 วินาที จะต้องใช้อัลกอริทึมในข้อใด

1. 
2. 
3. 
4. 

6. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

6.1 ชุดหุ่นยนต์ Lego Education Wedo 2.0

ชุดหุ่นยนต์ lego Education Wedo 2.0 เป็นชุดหุ่นยนต์สำหรับการเรียนรู้ในเรื่องของการเขียนโปรแกรม โดยคำสั่งที่ใช้จัดอยู่ในรูปแบบของ Block-Based Coding ที่เหมาะสำหรับผู้เรียนที่มีอายุ 7 ปี ขึ้นไป มีระบบซอฟต์แวร์ที่รองรับทั้งในระบบของแท็บเล็ตและระบบของคอมพิวเตอร์ เชื่อมต่อระหว่างหุ่นยนต์กับอุปกรณ์ด้วยสัญญาณ Bluetooth มีรายละเอียด ดังนี้

6.1.1 การจัดเรียงชิ้นส่วน

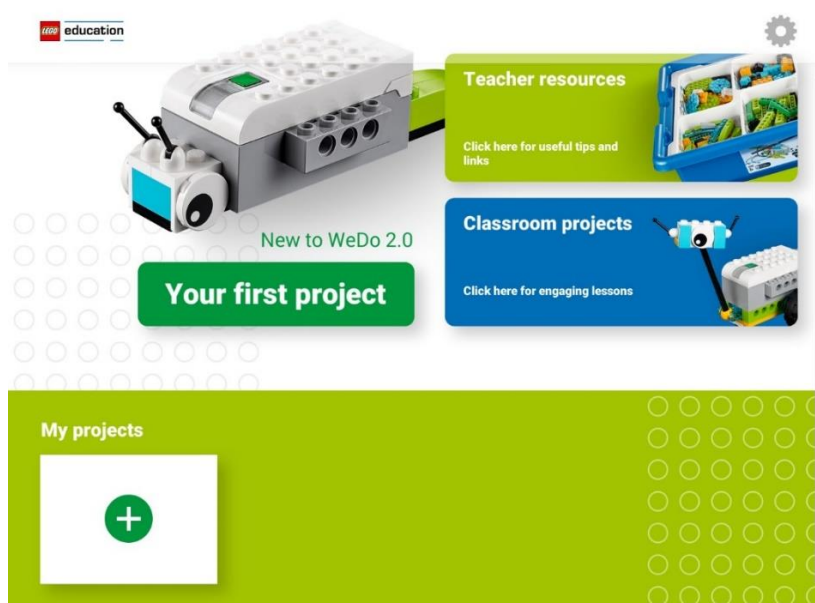
ชุดหุ่นยนต์ lego Education Wedo 2.0 ประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ประเภท คือ 1. ชิ้นส่วนสำหรับต่อ 2. ตัวควบคุมหุ่นยนต์ 3. เซ็นเซอร์ของหุ่นยนต์ โดยชิ้นส่วนต่าง ๆ ของหุ่นยนต์นั้น จะถูกจัดเรียงตามช่องที่ระบุไว้จากแผ่นรายการที่อยู่ในกล่องชุดหุ่นยนต์ และชิ้นส่วนที่อยู่ภายนอกกรอบนั้นจะถูกบรรจุไว้ที่ชั้นล่างของกล่อง



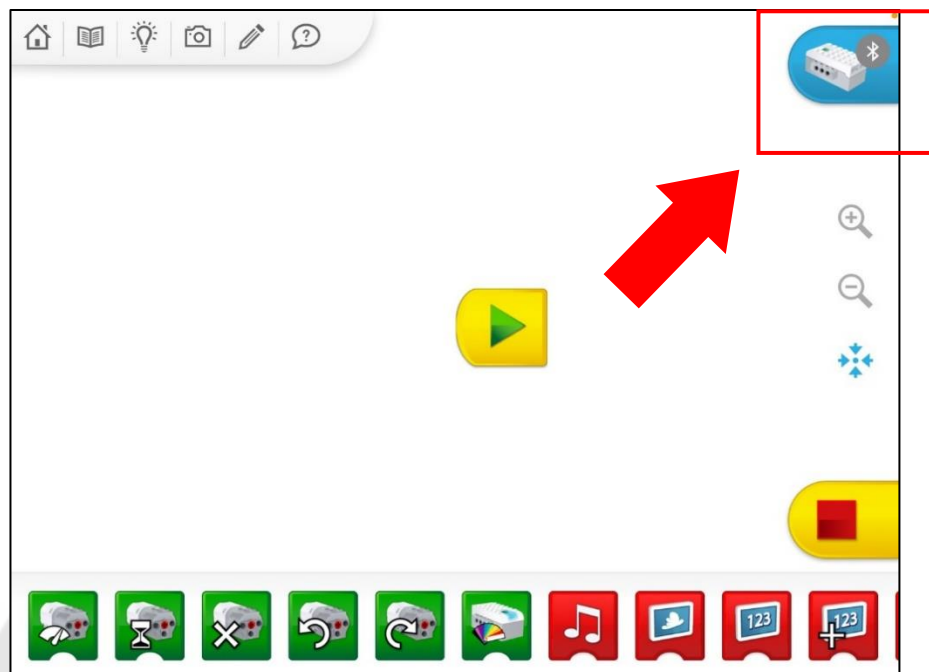
6.1.2 การเชื่อมต่อหุ่นยนต์

ชุดหุ่นยนต์ lego Education Wedo 2.0 เชื่อมต่อด้วยสัญญาณ Bluetooth จากอุปกรณ์ประเภทแท็บเล็ตและประเภทคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนการเชื่อมต่อ ดังนี้

- 1) เปิดโปรแกรมหรือแอปพลิเคชัน Wedo2.0 จากอุปกรณ์



2) เลือกคำสั่งเพิ่มโครงการด้วยปุ่ม (New Project) 



3) เลือกคำสั่งเชื่อมต่อหุ่นยนต์ด้านบนมุมขวา



4) เปิดสวิตช์ที่ตัวควบคุมหุ่นยนต์โดยการกดปุ่มค้างไว้ 1 วินาที จากนั้นเลือกเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์ตามลำดับ

6.1.3 คำสั่งของโปรแกรม

ชุดหุ่นยนต์ lego Education Wedo 2.0 มุ่งเน้นในการเรียนรู้เรื่องของการเขียนโปรแกรม โดยคำสั่งที่ใช้จัดอยู่ในรูปแบบของ Block-Based Coding แบ่งประเภทตามการใช้งาน ดังนี้

1) คำสั่งการทำงานของมอเตอร์และตัวควบคุมหุ่นยนต์ เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสั่งการมอเตอร์แต่ตัวควบคุมหุ่นยนต์ให้ทำงานในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

รูปแบบของคำสั่ง	หน้าที่การทำงาน
	1. ความเร็วของมอเตอร์ เป็นการเลือกใช้ความเร็วของมอเตอร์ สามารถเลือกใช้ได้สูงสุดในระดับ 9 โดยการกำหนดค่าที่ตัวเลข
	2. เวลาในการทำงานของมอเตอร์ เป็นการกำหนดระยะเวลาการทำงานของมอเตอร์
	3. การหยุดการทำงานของมอเตอร์ เป็นการหยุดการกระทำหรือหยุดการทำงานของมอเตอร์ทันที
	4. การหมุนมอเตอร์รูปแบบที่ 1 เป็นการหมุนมอเตอร์แบบตามเข็มนาฬิกา
	5. การหมุนมอเตอร์รูปแบบที่ 2 เป็นการหมุนมอเตอร์แบบตามเข็มนาฬิกา
	6. การแสดงสีของตัวควบคุม เป็นการแสดงสีต่าง ๆ จากตัวควบคุมหุ่นยนต์ มีสีให้เลือกแสดงทั้งหมด 10 แบบ

2) คำสั่งการแสดงผลจากอุปกรณ์ เป็นคำสั่งที่ใช้ในการแสดงผลของข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

รูปแบบของคำสั่ง	หน้าที่การทำงาน
	1. คำสั่งแสดงเสียง เป็นการแสดงเสียงต่าง ๆ จากอุปกรณ์มีรูปแบบของเสียงให้เลือกแสดงสูงสุด 28 เสียง
	2. คำสั่งการแสดงผลภาพ เป็นการแสดงผลภาพต่าง ๆ จากอุปกรณ์มีรูปแบบของภาพให้เลือกแสดงสูงสุด 28 ภาพ
	3. คำสั่งแสดงผลตัวเลข เป็นการแสดงผลตัวเลขตามที่ผู้ใช้งานออกแบบไว้
	4. คำสั่งการแสดงผลผลลัพธ์ เป็นการแสดงผลลัพธ์ของตัวเลขที่เคยแสดงไว้ในแต่ละครั้ง ทั้งหมด 4 รูปแบบคือ การบวก การลบ การคูณ การหาร
	5. คำสั่งการจัดการหน้าจอ เป็นการเลือกประเภทของหน้าจอในรูปแบบต่าง ๆ 3 รูปแบบ

3) คำสั่งการทำงานรูปแบบต่าง ๆ เป็นคำสั่งที่ใช้ในการวางแผนการทำงานในการเขียนโปรแกรมเพื่อช่วยให้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่แตกต่างได้ ดังนี้

รูปแบบของคำสั่ง	หน้าที่การทำงาน
	1. คำสั่งเริ่มต้นการทำงาน เป็นการเริ่มต้นการทำงานตามลำดับขั้นตอนที่ได้เขียนโปรแกรมไว้
	2. คำสั่งการหยุดการทำงานของโปรแกรม เป็นการหยุดการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดทันที
	3. คำสั่งการทำงานพร้อมกันของโปรแกรม เป็นการทำงานพร้อมกันของโปรแกรมที่ถูกออกแบบไว้มากกว่า 1 ชุด

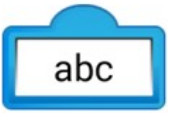
รูปแบบของคำสั่ง	หน้าที่การทำงาน
	4. คำสั่งการรับข้อความโปรแกรม เป็นการรับข้อความของโปรแกรมที่ถูกกำหนดไว้ โดยมีเงื่อนไขว่าข้อความที่ถูกส่งกับส่วนที่รับต้องเป็นค่ากัน โปรแกรมนั้นจึงจะทำงาน
	5. คำสั่งการส่งข้อความโปรแกรม เป็นการส่งข้อความของโปรแกรม โดยมีเงื่อนไขว่าข้อความที่ถูกส่งกับส่วนที่รับต้องเป็นค่าเดียวกัน โปรแกรมนั้นจึงจะทำงาน
	6. คำสั่งการหยุดรอ เป็นคำสั่งของการหน่วงเวลาให้กับคำสั่งก่อนหน้า โดยสามารถกำหนดระยะเวลาได้ หน่วยเป็นวินาที
	7. คำสั่งการทำซ้ำ เป็นคำสั่งที่ใช้กำหนดจำนวนรอบของการทำซ้ำของโปรแกรม

4) คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับเซ็นเซอร์ เป็นการกำหนดเงื่อนไขการทำงานจากการรับข้อมูลของเซ็นเซอร์ประเภทต่าง ๆ ในหลากหลายรูปแบบ ดังนี้

รูปแบบของคำสั่ง	หน้าที่การทำงาน
	1. คำสั่งการทำงานประเภท Tilt sensor เป็นกำหนดเงื่อนไขจากข้อมูลที่ได้ของเซ็นเซอร์ประเภทการวัดค่าองศา มีรูปแบบการทำงานที่แตกต่างกันทั้งหมด 4 รูปแบบ
	2. คำสั่งการทำงานประเภท Motion sensor เป็นกำหนดเงื่อนไขจากข้อมูลที่ได้ของเซ็นเซอร์ประเภทการวัดระยะ มีรูปแบบการทำงานที่แตกต่างกันทั้งหมด 4 รูปแบบ

5) คำสั่งการกำหนดค่า เป็นการกำหนดค่าให้กับคำสั่งหลักต่าง ๆ ให้ทำงานตามจำนวน หรือตามข้อมูลที่ได้รับ ดังนี้

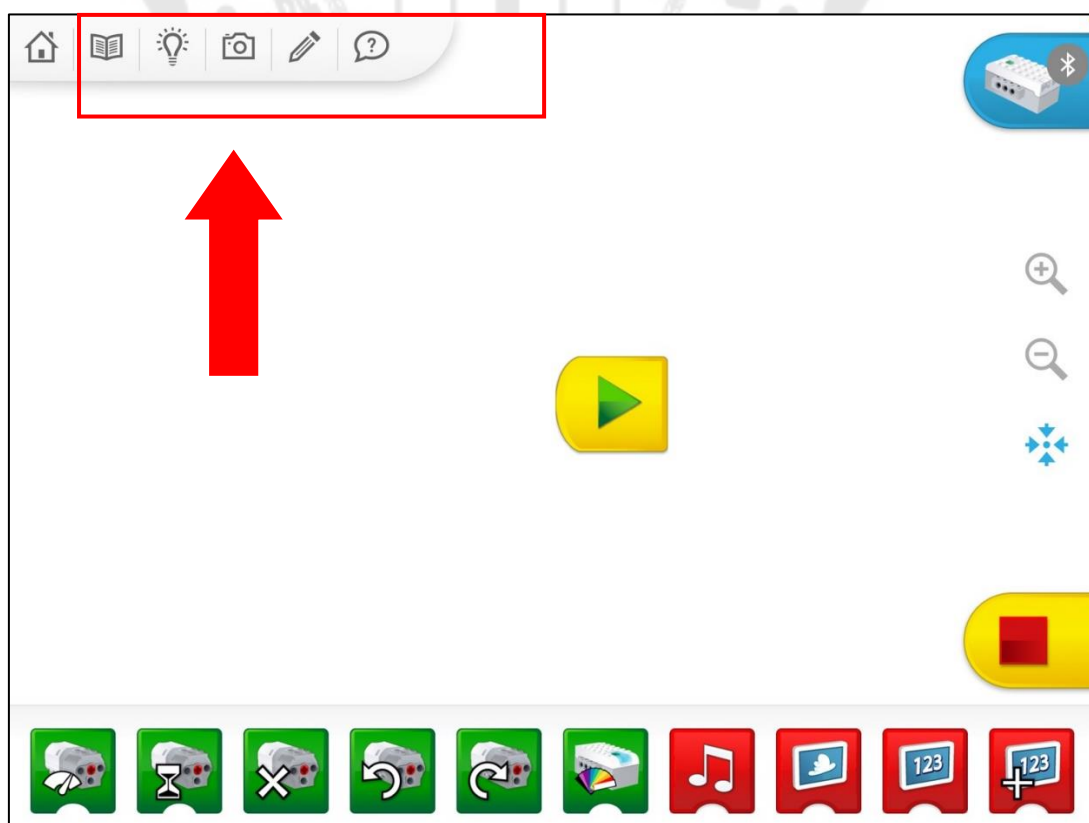
รูปแบบของคำสั่ง	หน้าที่การทำงาน
	1. คำสั่งการรับค่าจากไมค์ เป็นการรับค่าความดังของเสียงเพื่อเปลี่ยนเป็นค่าตัวเลข ให้กับการกำหนดค่าของของโปรแกรมต่างหลักๆ

รูปแบบของคำสั่ง	หน้าที่การทำงาน
	2. คำสั่งการกำหนดค่าชนิดตัวเลข เป็นการกำหนดค่าตัวเลขให้กับโปรแกรมหลักต่าง ๆ เช่น การกำหนดค่าความเร็วของมอเตอร์
	3. คำสั่งการกำหนดค่าชนิดตัวอักษร เป็นการกำหนดค่าตัวอักษรให้กับโปรแกรมหลักต่าง ๆ เช่นการแสดงตัวอักษรในชุดคำสั่งแสดงผล
	4. คำสั่งการกำหนดค่าการแสดงผลตัวเลข เป็นการกำหนดตัวเลขการแสดงผลในคำสั่งการแสดงผล
	5. คำสั่งการสุ่มค่า เป็นการสุ่มค่าตัวเลขในการใช้งานคำสั่งต่าง ๆ

6.1.4 การเรียนรู้เพิ่มเติม

ผู้ใช้งานสามารถค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมในด้านต่าง ๆ ได้ที่แถบ Menu bar ด้านบน

ดังนี้



รูปแบบของคำสั่ง	หน้าที่การทำงาน
	1. การกลับไปทีหน้าหลักของโครงการ (Home)
	2. การค้นหากิจกรรมการเรียนรู้ของ Lego Education Wedo2.0 ที่ได้รวบรวมไว้ เช่นโมเดลการต่อ และกิจกรรมวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการคิดเชิงคำนวณ เป็นต้น
	3. โมเดลการต่อในรูปแบบต่าง ๆ และรูปแบบของโปรแกรมที่ใช้
	4. การบันทึกภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และการบันทึกภาพหน้าจอ
	5. การจัดการเอกสาร เช่น การพิมพ์ การเพิ่มรูปภาพ เป็นต้น
	6. โหมดการช่วยเหลือผู้ใช้งาน เป็นการอธิบายเครื่องมือ รายละเอียดต่าง ๆ ทั้งหมดของซอฟต์แวร์ Wedo2.0

4. ตัวอย่างแบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

ตอนที่1 ภาพรวมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

หัวข้อการประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. วัตถุประสงค์ของรูปแบบฯ				
2. องค์ประกอบของรูปแบบฯ				
3. แนวทางการนำรูปแบบฯ ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้				
4. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน				
5. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับภาพรวมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

.....

.....

.....

จากการประเมินตามความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

ข้าพเจ้ามีความเห็นว่า

- ☐ รูปแบบมีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปใช้ทดลองได้
- ☐ รูปแบบมีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดลองใช้
- ☐ รูปแบบยังไม่มีที่เหมาะสม

ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....

ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง

ที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

5. ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ
แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ
งานวิจัยเรื่อง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

รายการหัวข้อ การประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง +1	ไม่ แน่ใจ 0	ไม่สอดคล้อง -1	
1. แผนมีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและสัมพันธ์กัน				
2. เนื้อหา/สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์				
3. กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์				
4. กิจกรรมเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถและวัยของผู้เรียน				
5. กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหา				
6. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดการคิดเชิงคำนวณ				
7. กิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น				
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์				
9. สื่อ/แหล่งเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดการคิดเชิงคำนวณ				
10. วิธีการวัดผลและเครื่องมือสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกิจกรรม				

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ โดยระบุเครื่องหมาย (/) ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

+1 หมายถึง สอดคล้อง 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ -1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

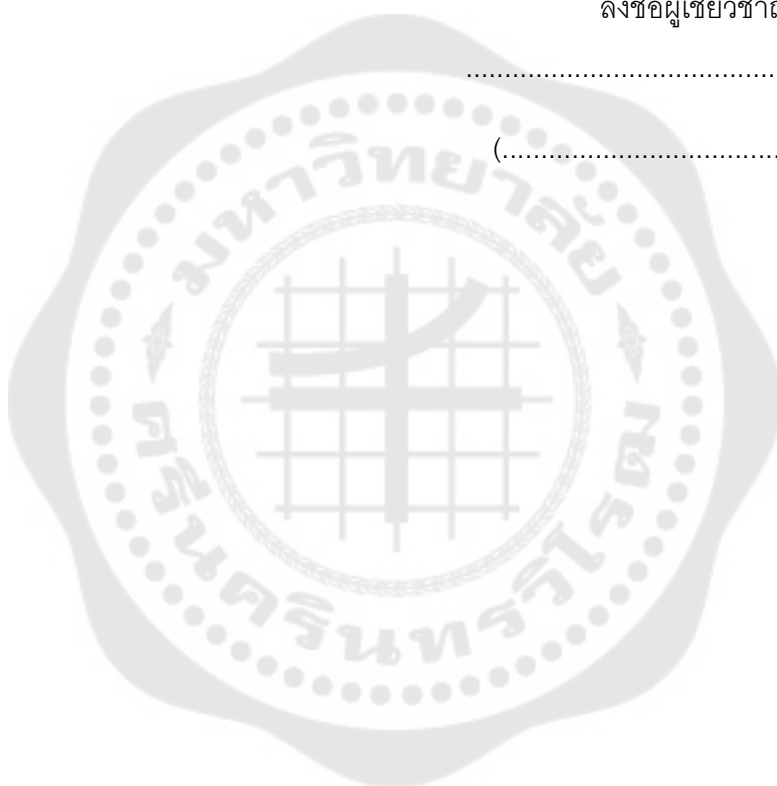
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อผู้เชี่ยวชาญ

.....

(.....)



6. ตัวอย่างแบบประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

แบบประเมินดัชนีค่าความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณ

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อการพัฒนาแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณ โดยระบุเครื่องหมาย (/) ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

จัดประเภทการเรียนรู้	ลำดับข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม ม +1	ไม่ แน่ใจ 0	ไม่ เหมาะสม -1	
การแยกย่อยปัญหา (Decomposition)	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
การจัดจำรูปแบบ (Pattern recognition)	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				



ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

ตาราง 13 แสดงผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

หัวข้อการประเมิน	ข้อที่	ความคิดเห็น			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ภาพรวมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ	1	1	1	1	1	เหมาะสม
	2	1	1	1	1	เหมาะสม
	3	1	1	1	1	เหมาะสม
	4	1	1	0	0.67	เหมาะสม
	5	1	1	1	1	เหมาะสม
องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ	1	1	1	1	1	เหมาะสม
	2	1	1	1	1	เหมาะสม
	3	1	1	1	1	เหมาะสม
แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ	1	1	1	1	1	เหมาะสม
	2	1	1	1	1	เหมาะสม
	3	1	1	1	1	เหมาะสม
เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบฯ	1	1	1	1	1	เหมาะสม
	2	1	1	1	1	เหมาะสม
	3	1	1	0	0.67	เหมาะสม
สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ	1	1	1	1	1	เหมาะสม
	2	1	1	1	1	เหมาะสม
	3	1	1	1	1	เหมาะสม
เฉลี่ย					0.96	เหมาะสม

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ

ตาราง 14 แสดงผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ

รายการประเมิน หัวข้อที่	ความคิดเห็น			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	สอดคล้อง
10	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
เฉลี่ย				0.96	สอดคล้อง

ผลการประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

ตาราง 15 ผลการประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง	17	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	1	0	0	0.33	ไม่สอดคล้อง	18	1	1	1	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	สอดคล้อง	19	1	0	0	0.3	ไม่สอดคล้อง
										3	
4	1	1	1	1	สอดคล้อง	20	1	1	1	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	สอดคล้อง	21	1	1	1	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	สอดคล้อง	22	1	1	1	1	สอดคล้อง
7	1	1	0	0.67	สอดคล้อง	23	1	0	0	0.3	ไม่สอดคล้อง
										3	
8	1	1	1	1	สอดคล้อง	24	1	1	1	1	สอดคล้อง
9	1	0	0	0.33	ไม่สอดคล้อง	25	1	1	1	1	สอดคล้อง
10	1	0	1	0.67	สอดคล้อง	26	1	1	0	0.6	สอดคล้อง
										7	
11	1	1	1	1	สอดคล้อง	27	1	1	1	1	สอดคล้อง
12	1	0	0	0.33	ไม่สอดคล้อง	28	1	1	1	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	สอดคล้อง	29	1	0	0	0.3	ไม่สอดคล้อง
										3	
14	1	1	1	1	สอดคล้อง	30	1	0	0	0.3	ไม่สอดคล้อง
										3	
15	1	1	1	1	สอดคล้อง	31	1	1	1	1	สอดคล้อง
16	0	1	1	1	สอดคล้อง	32	1	1	1	1	สอดคล้อง

ผลการประเมินค่าความยากง่ายของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

ตาราง 16 แสดงผลการประเมินค่าความยากง่ายของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ 24 ข้อ

ข้อ ลำดับ	ดัชนีความยาก ของข้อสอบ	แปลผล	ข้อ ลำดับ	ดัชนีความยาก ของข้อสอบ	แปลผล
1	0.90	ใช้ไม่ได้	13	0.50	ใช้ได้
2	0.57	ใช้ได้	14	0.53	ใช้ได้
3	0.53	ใช้ได้	15	0.50	ใช้ได้
4	0.50	ใช้ได้	16	0.50	ใช้ได้
5	0.73	ใช้ได้	17	0.50	ใช้ได้
6	0.67	ใช้ได้	18	0.57	ใช้ได้
7	0.47	ใช้ได้	19	0.53	ใช้ได้
8	0.93	ใช้ไม่ได้	20	0.47	ใช้ได้
9	0.43	ใช้ได้	21	0.63	ใช้ได้
10	0.57	ใช้ได้	22	0.53	ใช้ได้
11	0.47	ใช้ได้	23	0.50	ใช้ได้
12	0.60	ใช้ได้	24	0.57	ใช้ได้

ผลการประเมินค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

ตาราง 17 แสดงผลการประเมินค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ 24 ข้อ

ข้อ	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	ข้อ	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก	แปลผล
1	0.097	ใช้ไม่ได้	13	0.585	ใช้ได้
2	0.434	ใช้ได้	14	0.590	ใช้ได้
3	0.531	ใช้ได้	15	0.620	ใช้ได้
4	0.514	ใช้ได้	16	0.399	ใช้ได้
5	0.408	ใช้ได้	17	0.491	ใช้ได้
6	0.574	ใช้ได้	18	0.492	ใช้ได้
7	0.489	ใช้ได้	19	0.590	ใช้ได้
8	0.141	ใช้ไม่ได้	20	0.443	ใช้ได้
9	0.490	ใช้ได้	21	0.470	ใช้ได้
10	0.527	ใช้ได้	22	0.590	ใช้ได้
11	0.536	ใช้ได้	23	0.445	ใช้ได้
12	0.539	ใช้ได้	24	0.434	ใช้ได้

ตาราง 18 แสดงผลผลการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

Case Processing Summary				Reliability Statistics	
Cases		N	%	Cronbach's Alpha	N of Items
	Valid	30	100.0	.896	24
	Excluded ^a	0	.0		
	Total	30	100.0		

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

ผลคะแนนการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 19 แสดงผลคะแนนการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนเต็ม 16 คะแนน

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	7	11
2	10	16
3	10	16
4	7	10
5	8	11
6	7	15
7	7	14
8	8	13
9	7	13
10	6	14
11	7	11
12	9	15
13	7	13
14	8	16
15	8	10
16	7	10
17	9	15
18	8	15
19	9	15
20	6	10
21	8	13
22	8	13
23	9	12
24	6	12
25	9	15
26	8	14

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
27	7	14
28	7	11
29	8	11
30	9	11
เฉลี่ย	7.80	12.96
S.D.	1.09	2.00

ผลการวิเคราะห์สถิติการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์สถิติการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์สถิติ t-test dependent ด้วยโปรแกรม SPSS

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pre	7.80	30	1.095	.200
	post	12.97	30	2.008	.367

Paired Samples Test									
		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	pre - post	-5.167	1.763	.322	-5.825	-4.508	-16.049	29	.000

ผลคะแนนการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณ

ตาราง 21 แสดงผลคะแนนการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนเต็ม 16 คะแนน

คนที่	กิจกรรมที่	กิจกรรมที่	กิจกรรมที่	กิจกรรมที่	กิจกรรมที่	กิจกรรมที่
	1	2	3	4	5	6
1	12	16	16	16	17	17
2	15	15	17	17	19	20
3	12	14	16	16	19	20
4	15	17	17	19	20	20
5	12	14	16	16	19	20
6	15	17	17	19	20	20
7	12	15	16	16	18	18
8	13	15	16	17	20	20
9	12	15	16	16	18	18
10	14	17	17	17	19	19
11	12	14	16	16	19	20
12	14	17	17	17	19	19
13	12	15	16	16	18	18
14	14	17	17	17	19	19
15	12	16	16	16	17	17
16	12	14	16	17	18	19
17	14	16	16	16	19	20
18	13	16	16	17	19	19
19	14	16	16	16	19	20
20	13	15	16	17	20	20
21	12	14	16	17	18	19
22	13	16	16	17	19	19
23	12	16	16	16	17	17
24	14	16	16	16	19	20

ตาราง 21 (ต่อ)

คนที่	กิจกรรมที่	กิจกรรมที่	กิจกรรมที่	กิจกรรมที่	กิจกรรมที่	กิจกรรมที่
	1	2	3	4	5	6
25	12	14	16	17	18	19
26	11	12	15	18	17	19
27	13	15	16	17	20	20
28	13	16	16	17	19	19
29	13	16	16	17	19	19
30	11	12	15	18	17	19
เฉลี่ย	12.80	15.20	16.10	16.90	18.60	19.10
S.D.	1.186	1.494	0.547	0.959	1.037	0.959

ผลการวิเคราะห์สถิติการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณ

ตาราง 22 การวิเคราะห์สถิติการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณ วิเคราะห์สถิติ One Sample T-test ด้วยโปรแกรม SPSS

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Psum	30	16.4500	.77330	.14118

One-Sample Test

Test Value = 14

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Psum	17.353	29	.000	2.45000	2.1612	2.7388



ภาคผนวก ง

ประมวลภาพการทดลอง

ประมวลภาพตัวอย่าง การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม Robotics ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)



การแบ่งกลุ่มระดมความคิดก่อนการแก้ไข้ปัญหา



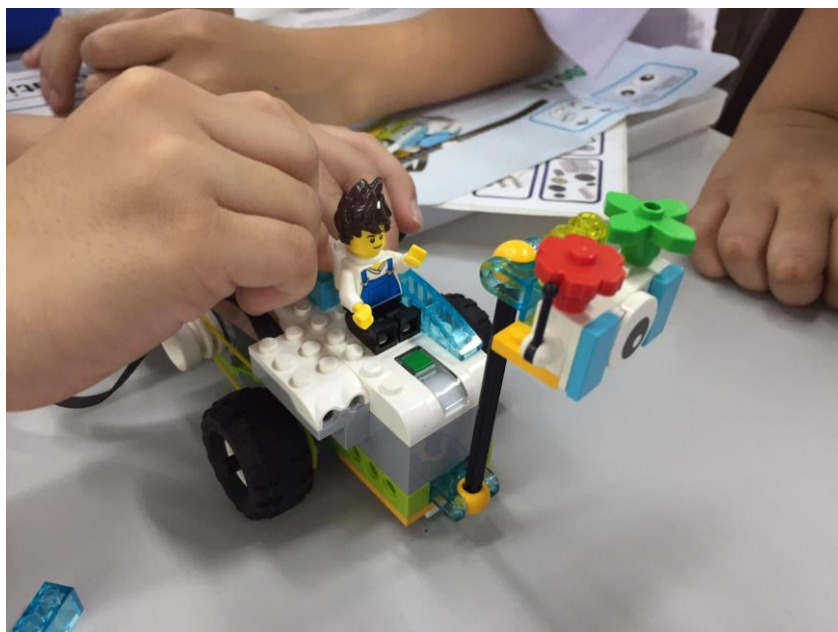
การวางแผนเลือกชิ้นส่วน แบ่งหน้าที่การทำงาน ก่อนแก้ไข้ปัญหา



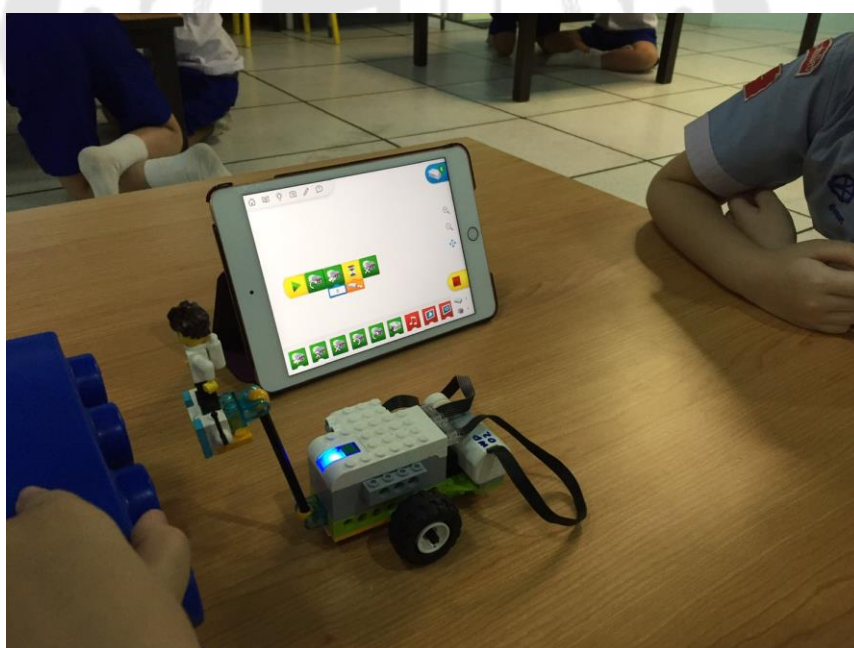
การทำกิจกรรมประเภท Un-Plugged เรื่องการแยกชิ้นส่วนหุ่นยนต์



การทำภารกิจแก้ไขปัญหาเรื่องการใช้เซ็นเซอร์



การออกแบบหุ่นยนต์เพื่อใช้แก้ไขปัญหามาตามแผนที่ร่วมกันวางไว้ของผู้เรียน



การออกแบบอัลกอริทึมการทำงานของหุ่นยนต์



การนำเสนอกระบวนการทำงาน วิธีการแก้ไขปัญหา
และการเสนอแนวทางการทำงานจากเพื่อนร่วมห้อง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ชัยภัทร ลูกบัว
วัน เดือน ปี เกิด	6 มีนาคม 2537
สถานที่เกิด	นครราชสีมา
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2560 การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร พ.ศ. 2564 การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

