

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถใน  
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)  
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF ROBOT PROGRAMMING LEARNING MODEL WITH THE 7E LEARNING  
CYCLE TO ENHANCE CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITIES

Miss Sasithorn Sriwongyaddee



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education Program in Educational Technology and  
Communications

Department of Educational Technology and Communications

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิธีการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
โดย	นางสาวศศิธร ศรีวงษ์ญาติดี
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม

คณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

.....คณบดีคณะครุศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ)  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)  
.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรภฤช มณีวรรณ)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ศศิธร ศรีวงษ์ญาติดี : การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (DEVELOPMENT OF ROBOT PROGRAMMING LEARNING MODEL WITH THE 7E LEARNING CYCLE TO ENHANCE CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITIES) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.เนาวนิตย์ สงคราม, 215 หน้า.

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อพัฒนารูปแบบฯ (2) เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบฯ และ (3) เพื่อนำเสนอรูปแบบฯ ตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบ คือ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 15 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ผู้เชี่ยวชาญด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รวมจำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินรับรองรูปแบบ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แบบสังเกตพฤติกรรมและแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบฯที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (3) ขั้นอธิบาย (4) ขั้นขยายความรู้ (5) ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (6) ขั้นประเมิน และ (7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ องค์ประกอบของรูปแบบฯ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ครู (2) นักเรียน (3) สื่อการเรียนรู้ และ (4) การวัดและประเมินผล ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยและพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนของตัวอย่างสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาควิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

ลายมือชื่อนิติ .....  
.....

สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....  
.....

ปีการศึกษา 2560

# # 5883379727 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS

KEYWORDS: THE 7E LEARNING CYCLE / ROBOT PROGRAMMING / CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITY

SASITHORN SRIWONGYADDEE: DEVELOPMENT OF ROBOT PROGRAMMING LEARNING MODEL WITH THE 7E LEARNING CYCLE TO ENHANCE CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITIES. ADVISOR: ASSOC. PROF. NOAWANIT SONGKRAM, Ph.D., 215 pp.

The purposes of this research were (1) to develop a model of robot programming learning with the 7E learning cycle, (2) to try out a model, and (3) to propose a model of robot programming learning with the 7E learning cycle to enhance creative problem solving ability. The subjects in model development consisted of fifteen experts including robot programming learning experts, the 7E learning cycle experts and creative problem solving experts. The subjects in model experiment were 25 students from seven-grade students and nine-grade students. The research instruments consisted of a model evaluation form, lesson plan, a creative problem solving ability test, observational assessment and student's satisfaction towards the model test questionnaire. The data were analyzed using mean, standard deviation, and t-test dependent.

The research results indicated that: the developed model consisted of seven phases as follows: (1) Engagement phase, (2) Exploration phase, (3) Explanation phase, (4) Elaboration phase, (5) Exchange phase, (6) Evaluation phase, and (7) Extension phase. There were four components as follows: (1) Teacher, (2) Students, (3) Learning Media, and (4) Measurement and evaluation. The experimental result indicated that the subjects had a creative problem solving ability post-test mean scores higher than pre-test mean scores at .05 level of significance.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Department: Educational Technology and      Student's Signature .....

Communications                                      Advisor's Signature .....

Field of Study: Educational Technology and  
Communications

Academic Year: 2017

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความรัก เมตตากรุณา และความเอาใจใส่อย่างดีมาโดยตลอดจาก รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้เสียสละเวลาอันมีค่าที่คอยให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำ รวมทั้งคอยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในงานวิจัยตลอดระยะเวลาของการศึกษา ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรภฤช มณีวรรณ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาและสละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบ ประเมิน และให้ข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ใหญ่โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ เตชะโกสิต อาจารย์ลัดดาวัลย์ สุวรรณโชติ อาจารย์นงนุช นุชระป้อม และคณาจารย์ภายในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ฯ ทุกท่าน ที่ให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำ อีกทั้งให้ความเมตตากรุณา ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลาของงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภายในภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ประสบการณ์ที่มีค่า ยิ่ง และกำลังใจที่มีให้แก่ผู้วิจัย รวมทั้งให้ความช่วยเหลือในโอกาสต่าง ๆ โดยเสมอมา

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ ในสาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ที่ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาแนะนำในทุก ๆ เรื่อง และเป็นกำลังใจในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ครอบครัวที่คอยสนับสนุนอบรมเลี้ยงดูผู้วิจัย ตั้งแต่เล็กจนเติบโต คอยให้กำลังใจในยามที่ผู้วิจัยท้อแท้หรือเหนื่อยจากการทำงานมาโดยตลอด และด้วยความรักและความปรารถนาเหล่านี้ทำให้ผู้วิจัยมีแรงผลักดันจนทำให้ผู้วิจัยสำเร็จ การศึกษาลุล่วงไปได้ด้วยดี

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
คำถามวิจัย .....	5
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	5
สมมติฐานการวิจัย .....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดการวิจัย .....	8
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	11
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบ.....	13
1.1 ความหมายของรูปแบบ.....	13
1.2 องค์ประกอบของรูปแบบ .....	13
1.3 การพัฒนารูปแบบ .....	14
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E (7E Learning Cycle).....	14
2.1 ความหมายของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E.....	14

2.2	ความเป็นมาของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E.....	14
2.3	รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E.....	20
2.4	องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E.....	23
2.5	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E .....	27
ตอนที่ 3	การเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์.....	29
3.2	การเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์.....	32
3.3	การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้หุ่นยนต์ทำงาน.....	33
3.4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์.....	35
3.5	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์.....	37
ตอนที่ 4	การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving).....	40
4.1	ความหมายของการแก้ปัญหา.....	40
4.2	ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	42
4.3	ความเป็นมา แนวคิดและกระบวนการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ .....	43
4.4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ .....	50
4.5	ความแตกต่างระหว่างการแก้ปัญหากับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	55
4.6	การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	56
4.7	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ .....	60
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	65
ระยะที่ 1	การพัฒนาแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ .....	66
ระยะที่ 2	การศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการ เรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ .....	69
ระยะที่ 3	การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ .....	85

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
บทที่ 5 ผลการวิจัย.....	117
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	138
รายการอ้างอิง .....	156
ภาคผนวก.....	156
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ.....	157
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	160
ภาคผนวก ค ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้.....	205
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	215

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E.....	22
2.2 การสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E .....	25
2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์.....	36
2.4 สังเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ .....	50
3.1 ลักษณะข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ .....	76
3.2 สรุปรายละเอียดการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แต่ละเรื่องตามเกณฑ์ .....	78
3.3 เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนรายบุคคล (ภาคทฤษฎี) .....	81
3.4 เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนรายบุคคล (ภาคปฏิบัติ) .....	82
4.1 ผลการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จากผู้ทรงคุณวุฒิ.....	98
4.2 แสดงข้อมูลทั่วไปของตัวอย่าง .....	105
4.3 แสดงค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวอย่าง .....	107
4.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ของตัวอย่าง.....	108
4.5 แสดงการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจสำหรับนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ .....	109
4.6 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมจากการประเมินรับรองรูปแบบฯ.....	114

## สารบัญภาพ

แผนภาพที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
2.1 รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะความรู้.....	19
2.2 ภาพประกอบรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5E เป็น 7E ตามแนวคิด Eisenkraft .....	21
2.3 การแก้ปัญหาแบบเชิงเส้น .....	41
2.4 กรอบงานที่เน้นพลวัตและเป็นวัฏจักร ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกิดโดยธรรมชาติ.....	42
2.5 กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	46
2.6 การพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยตรง และบูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาวิชาตามปกติ .....	51
4.1 (ร่าง) รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ .....	92
4.2 รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E .....	103
4.3 แสดงรายละเอียดตัวอย่าง (สถานภาพ: เพศ) .....	106
4.4 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง (สถานภาพ: ระดับชั้น) .....	106
5.1 แสดงรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ .....	123
5.2 แสดงองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ .....	128
5.3 ชั้นร้้าความสนใจ ของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ .....	129
5.4 ชั้นสำรวจและค้นหา ของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้.....	130
5.5 ชั้นอธิบาย ของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E .....	131

- 5.6 ขั้ขยายความรูู้ ของรูปแบบการเรียนรูู้โปรแกรมหุ้ยนตด้ว้ว้จ้กรการเรียนรูู้ 7E ..... 132
- 5.7 ขั้แลกเปลี่ยนการเรียนรูู้ ของรูปแบบการเรียนรูู้โปรแกรมหุ้ยนตด้ว้ว้จ้กรการเรียนรูู้ 7E เพื่อส่เสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรรค์ ..... 133
- 5.8 ขั้ประเมิน ของรูปแบบการเรียนรูู้โปรแกรมหุ้ยนตด้ว้ว้จ้กรการเรียนรูู้ 7E..... 134
- 5.9 ขั้นำความรูู้ไปใ้ ของรูปแบบการเรียนรูู้โปรแกรมหุ้ยนตด้ว้ว้จ้กรการเรียนรูู้ 7E เพื่อส่เสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรรค์ ..... 135



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากความเปลี่ยนแปลงของสังคมไทยในปัจจุบัน เดิมจากยุคเกษตรกรรมสู่ยุคอุตสาหกรรม จนกระทั่งได้ก้าวเข้าสู่โลกยุคดิจิทัลอย่างเต็มตัว ความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้การดำรงชีวิต รวมทั้งภาวะทางเศรษฐกิจดำเนินไปอย่างรวดเร็ว การติดต่อสื่อ การเข้าถึงแหล่งข้อมูลผ่านโลกออนไลน์มีปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้คุณลักษณะของเด็กเปลี่ยนแปลงไปประกอบกับการปรับตัวและแก้ปัญหาของมนุษย์เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ ความสามารถและทักษะการแก้ปัญหา จึงเป็นคุณลักษณะที่พึงมีในสังคมปัจจุบันเพราะในสังคมปัจจุบันเป็นสังคมที่ซับซ้อน ก้าวกระโดด การเรียน การทำงานจึงย่อมประสบปัญหาไม่ว่าจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับความรู้สึก ปัญหาที่เป็นรูปธรรม ปัญหาที่เป็นเสมือนอุปสรรคให้กับบุคคลใดบุคคลหนึ่งไม่ไปถึงเป้าหมายนั้น บุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหานั้นย่อมมีโอกาสที่จะไปสู่เป้าหมายที่ดีได้กว่าผู้ที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ความสามารถในการแก้ปัญหาจึงสามารถฝึกฝนได้และการฝึกฝนนี้จะมีความสามารถหนึ่งที่ครูผู้สอนพึงรู้ เพื่อที่จะนำไปพัฒนาและปลูกฝังให้กับผู้เรียนสามารถดำรงตนได้อย่างมีคุณภาพ เตรียมพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21

แนวทางการจัดการศึกษาไทยมีส่วนมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่จะบังเกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน ดังจะเห็นได้จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 ที่ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นของการปรับเปลี่ยนจุดเน้นในการพัฒนาคุณภาพคนในสังคมไทยให้สามารถดำรงตนอย่างมีคุณธรรม และมีความรอบรู้เท่าทัน พร้อมทั้งมีสมรรถนะ ทักษะและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการดำรงชีวิต โดยสมรรถนะที่นักเรียนพึงมี ประกอบด้วย (1) ความสามารถในการสื่อสาร (2) ความสามารถในการคิด ได้แก่ คิววิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบ (3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ (5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี อันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศแบบยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) จากแนวทางดังกล่าวจึงสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ ในประการแรกคือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเองได้ มีการสร้างองค์ความรู้ที่ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งมีทักษะทางการใช้เทคโนโลยีเข้ามาอยู่ในการเรียนรู้ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมอย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยได้พบปัญหาทางการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ โดยผลสำรวจพบว่าอัตรากำลังคนทั้ง 4 สาขาวิชาที่กล่าวมามีแนวโน้มลดลงจำนวนผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีลดลงในทุกระดับ นักเรียนที่จบระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ลดลง อีกทั้งการประเมินผลทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติ อันได้แก่ การทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน โดยผลการทดสอบบ่งชี้ว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำโดยเฉลี่ย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) และประเด็นปัญหาสำคัญประการสุดท้ายคือ การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่สนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติทั้งในปริมาณและคุณภาพซึ่งต้องการกำลังคนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการผลิตและการบริการที่มีการแข่งขันสูงในอนาคต จากประเด็นปัญหาที่กล่าวมานั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เล็งเห็นความจำเป็นในการเร่งพัฒนากำลังคนที่ไม่เพียงแต่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ต้องสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ดังกล่าวในการดำรงชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ อีกทั้งทักษะที่พร้อมสำหรับโลกในศตวรรษ ที่ 21 กล่าวคือ เป็นผู้ที่มีทักษะ ด้านชีวิตและอาชีพ ซึ่งทักษะต่าง ๆ เหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นในการส่งเสริมการทำงานและประกอบอาชีพ ทักษะดังกล่าวถือเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยเสริมสร้างให้เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์และสร้างอัตรากำลังเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิต ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงได้ประยุกต์ ปรบยยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้เน้นความรู้และทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพ ในเศรษฐกิจและในสังคมยุคที่มีการแข่งขันสูงโดยได้นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มาเผยแพร่ให้กับสถานศึกษา หน่วยงานทางการศึกษาและบุคลากรการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้เยาวชนไทยได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา รวมทั้งเห็นความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ต่อไป (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ, 2257)

ครูจึงได้เล็งเห็นถึงกระบวนการในการจัดการเรียนรู้มากขึ้น โดยเริ่มจากการเน้นกระบวนการมากกว่าเนื้อหา เน้นการเรียนรู้ที่เป็นแบบบูรณาการ ประยุกต์ศาสตร์วิชาที่เป็นประเด็นปัญหา นั่นคือ สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งการจัดการกระบวนการเรียนรู้ดังต่อไปนี้ถือว่ามีเหมาะสม สามารถเพิ่มศักยภาพในตัวนักเรียนได้ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หรือแสวงหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐานการเรียนรู้ หรือการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน กระบวนการเรียนรู้ที่กล่าวมานั้นล้วนเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการ

สอนทางสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ทั้งสิ้น โดยจุดหมายปลายทางของครูผู้สอนมีความมุ่งหวังให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้พัฒนาตนได้อย่างมีคุณภาพให้เท่าทันกับโลกสมัยที่เปลี่ยนแปลง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หรือแสวงหาความรู้ นั้น จะเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ กล่าวคือ เมื่อครูมีความต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้ทักษะในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ครูจะต้องศึกษาพัฒนาตนเองเพื่อที่จะนำความรู้ที่นำมาจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการเนื้อหาในสาขาวิชาดังกล่าว อีกทั้งครูควรมีสื่อที่มีความน่าสนใจเพื่อมาช่วยดึงดูดให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากทดลองเข้าสู่กิจกรรมนั้น ๆ เมื่อนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้อยู่บ่อยครั้ง นักเรียนจะค่อย ๆ ซึมซับความรู้และทักษะจากการทำกิจกรรมอย่างไม่รู้ตัว เช่น ของเล่น เกมส์ วิดีทัศน์ หรือแม้แต่หุ่นยนต์ ถือเป็นตัวอย่างชี้ให้เห็นถึงสื่อการเรียนรู้ที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมที่เน้นการบูรณาการความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน ด้วยสื่อการเรียนรู้หุ่นยนต์นี้ สารการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้รับนั้นไม่ใช่แค่วิชาความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์ หรือวิชาคอมพิวเตอร์เท่านั้นแต่ยังมีความรู้ด้านอื่น ๆ รวมอยู่ด้วย เช่น ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ จะได้รับความรู้ในเรื่องชิ้นส่วนและการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น การคำนวณพลังงานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้า แรงเสียดทาน ความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จะได้รับความรู้เรื่องการแก้ปัญหา โดยในขั้นตอนดังนี้ การวิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดของปัญหา การเลือกเครื่องมือและออกแบบขั้นตอนวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา การตรวจสอบและการปรับปรุง การถ่ายทอดความคิดในการแก้ไขปัญหาอย่างมีขั้นตอน รวมไปถึงขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม เช่น การวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบโปรแกรม การเขียนโปรแกรม การทดสอบโปรแกรม และการจัดทำเอกสารประกอบการเขียนโปรแกรมในด้านงานต่าง ๆ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ในส่วนนี้จำเป็นมากต่อการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพราะไม่ว่าจะเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์หรือเขียนโปรแกรมอื่น ๆ ขึ้นมาใช้งานต้องใช้ความรู้ทางวิชาคณิตศาสตร์ในการเขียนโค้ด เช่น เรื่องเหตุผล จำนวนสมการ การทดลองสุ่ม สถิติ เป็นต้น หุ่นยนต์ จึงเป็นสื่อการเรียนรู้อีกชนิดหนึ่งที่สามารถเป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงความรู้บูรณาการสาระต่าง ๆ สำหรับนักเรียนได้เป็นอย่างดีและยังเป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อีกทั้งยังตอบสนองต่อการเรียนรู้แบบสะเต็มที่จะนำพาให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมให้ผลผลิตใหม่ ๆ ได้เช่นกัน (นิรมิข เพียรประเสริฐ, 2556)

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จึงเป็นการแก้ปัญหารูปแบบหนึ่งที่มีมุ่งหาคำตอบรวมถึงการพัฒนาสถานะที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยเป็นทำงานร่วมกันระหว่างการคิดสร้างสรรค์ การคิดวิจารณ์ญาณ และการคิดในรูปแบบต่าง ๆ ว่าดีหรือไม่ จนถึงระยะหนึ่งจึงพิจารณาความคิดเหล่านั้นเพื่อทำการ

เลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนได้วิธีที่ดีที่สุด จากนั้นวางแผนการแก้ปัญหาและจึงนำไปแก้ปัญหาโดยเชื่อมั่นว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาและควบคุมตนเองได้ ด้วยความรอบคอบและสมบูรณ์ การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แนวทางการแก้ปัญหาอีกริธีหนึ่ง ซึ่งผ่านการศึกษาและวิจัยมาว่า เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่อิงกับสาระการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยฝึกให้ทำความเข้าใจกับปัญหา ฝึกการมองปัญหาโดยใช้ทั้งความรู้สึกและมุ่งแก้ปัญหา ทำให้การดำเนินการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ (สิทธิชัย ชมพูพาทย์, 2554)

ผู้วิจัยได้พิจารณาปัญหาข้างต้นและการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าวิธีการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นคือ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เนื่องจากการแก้ปัญหามีการดำเนินการตามขั้นตอน ผู้แก้ปัญหามองทำความเข้าใจปัญหาผ่านการสืบเสาะหาความรู้ แล้วจึงวางแผนแก้ปัญหา อาจมีความจำเป็นที่จะต้องย้อนกลับมาพิจารณาปัญหาเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาให้มากขึ้น หรือเมื่อวางแผนแก้ปัญหาแล้ว แต่ขณะที่ได้ลงมือแก้ปัญหา อาจพบว่าไม่สามารถจะทำตามแผนได้ก็ต้องย้อนกลับมาวางแผนใหม่อีกครั้ง หรือทำความเข้าใจกับปัญหาใหม่จนกว่าจะเกิดข้อค้นพบวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบกับเหตุผลที่ว่าเด็กไทยในปัจจุบันยังขาดกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถคิดและแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เต็มตามศักยภาพ ไม่สามารถพัฒนาวิธีคิดแบบคิดวิเคราะห์ห้อย่างมีเหตุผล ซึ่งวิธีการในการแก้ปัญหาดังกล่าว คือ การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมหรือจัดประสบการณ์ต่าง ๆ เน้นผู้เรียนให้ฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แสวงหาค้นหาและสรุปสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การที่ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E โดยเป้าหมายที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E คือ เน้นความสำคัญของการถ่ายโอนความรู้ ให้นักเรียนเป็นผู้ควบคุมและนำตนเองดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชานั้น ๆ (Wilson, 1993; รุจภาภา ประถมวงษ์ สมบัติ ท้ายเรือคำ และประสาธ เนืองเฉลิม, 2552; สุนัขชา ศุภธรรมวิทย์, 2556)

จากที่มาและความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของในตัวผู้เรียนให้ได้นั้น จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อาจจะเป็นตัวช่วยส่งเสริมหรืออาจจะขัดขวางความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้น ไม่ว่าจะเป็นทัศนคติในการแก้ปัญหา แรงจูงใจ อารมณ์ของผู้แก้ปัญหา ความสามารถทางการคิด และการใช้กลวิธีการคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่นต่อไป

### คำถามวิจัย

1. รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีขั้นตอนและองค์ประกอบอะไรบ้าง
2. ผลของการศึกษารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นอย่างไร

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย
  - 2.1 ศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวอย่างจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
  - 2.2 ศึกษาคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E
  - 2.3 ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
3. เพื่อนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

### สมมติฐานการวิจัย

รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

### ระยะที่ 1

- ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ผู้ทรงคุณวุฒิทางการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และผู้ทรงคุณวุฒิทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

### ระยะที่ 2

- ผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ อาจารย์ด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และผู้เชี่ยวชาญด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

- นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

### ระยะที่ 3

- ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ผู้ทรงคุณวุฒิทางการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และผู้ทรงคุณวุฒิทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

## 2. ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

### ระยะที่ 1

- ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ผู้ทรงคุณวุฒิทางการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และผู้ทรงคุณวุฒิทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

### ระยะที่ 2 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 12 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และผู้เชี่ยวชาญด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

- นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2560 เป็นการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 25 คน

### ระยะที่ 3

- ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ผู้ทรงคุณวุฒิทางการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และผู้ทรงคุณวุฒิทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

### 3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E

ตัวแปรตาม ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

### 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในปีการศึกษา 2560 รวมเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที



## กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



แผนภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

## คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E หมายถึง ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการฝึกคิด สืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือผลลัพธ์จากข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (3) ขั้นอธิบาย (4) ขั้นขยายความรู้ (5) ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (6) ขั้นประเมิน (7) ขั้นนำความรู้ไปใช้

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการแก้ปัญหาหรือแก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ 1) นักเรียนสามารถทำความเข้าใจถึงปัญหานั้น ๆ 2) สามารถวางแผนจำลองความคิด 3) สามารถตัดสินใจและดำเนินการเพื่อเลือกวิธีแนวทางที่เหมาะสม และ 4) ได้รับการสนับสนุนคำตอบ สามารถวัดออกมาเป็นคะแนนได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นแบบวัดแบบอัตนัย วัดความสามารถทั้ง 4 ประการ ที่กล่าวมาข้างต้น โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่พัฒนามาจากแนวคิดของทอร์แรนซ์ ศศิรัศม์ สริกขานนท์ (2540) ได้แก่ (1) ความคล่องในการคิด (2) ความยืดหยุ่นในการคิด และ (3) ความคิดริเริ่ม การวัดและประเมินผล ครูจะประเมินก่อนเรียนและหลังเรียนจากแบบวัดดังกล่าว ซึ่งเป็นแบบวัดคู่ขนาน ในระหว่างการเรียนรู้ ครูจะประเมินพฤติกรรมกรรมการทำใบงานและการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ ประเมินความสามารถทั้ง 4 ประการ ที่กล่าวมาข้างต้นเช่นกัน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมที่พัฒนามาจากแนวคิดของ Andrew (2017) แบ่งระดับคุณภาพพฤติกรรมเป็น 3 ระดับได้แก่ (1) ระดับเริ่มต้น (2) ระดับกำลังพัฒนา (3) ระดับคล่องแคล่ว และ (4) ระดับเป็นแบบอย่างได้

3. โปรแกรมหุ่นยนต์ หมายถึง สาระการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้เรียนเกี่ยวกับหุ่นยนต์ ตั้งแต่เรียนรู้ทฤษฎีพื้นฐาน การประกอบชิ้นส่วนของหุ่นยนต์ ตลอดจนการเขียนชุดคำสั่งควบคุมให้หุ่นยนต์ทำงานซึ่งเป็นแบบอัตโนมัติ ตามสถานการณ์ที่ครูกำหนด โดยทำการเขียนชุดคำสั่งผ่านโปรแกรม Arduino ด้วยภาษาซีเบื้องต้น

4. ความพึงพอใจ หมายถึง สภาวะที่นักเรียนแสดงออกในความรู้สึกทางบวกต่อการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ที่นักเรียนแสดงออกถึงความชอบ ความพอใจ ความรู้สึกที่ต่อจิตใจในการจัดสภาพแวดล้อมด้านต่าง ๆ อันจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ในระยะยาว

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีดิทัศน์การเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีดิทัศน์การเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
3. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อสารการศึกษา มาประยุกต์ใช้



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โรงเรียนในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอตามลำดับได้ดังนี้

#### ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน

- 1.1 ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน
- 1.2 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน
- 1.3 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

#### ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E (7E Learning Cycle)

- 2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E
- 2.2 ความเป็นมาของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E
- 2.3 รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E
- 2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

#### ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์

- 3.1 ความหมายการเรียนรู้การโปรแกรมหุ่นยนต์
- 3.2 ความรู้เรื่องหุ่นยนต์
- 3.3 การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้หุ่นยนต์ทำงาน
- 3.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์
- 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์

#### ตอนที่ 4 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving)

- 4.1 ความหมายของการแก้ปัญหา
- 4.2 องค์ประกอบของการแก้ปัญหา

- 4.3 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 4.4 ความเป็นมา แนวคิดและกระบวนการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 4.6 ความแตกต่างระหว่างการแก้ปัญหากับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 4.7 การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 4.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



## ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาความหมายของรูปแบบ องค์ประกอบของรูปแบบ และการพัฒนารูปแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1.1 ความหมายของรูปแบบ

รูปแบบ คือ รูปแบบที่เป็นระบบ รุ่ยย่อ สัญลักษณ์ที่แสดงถึงโครงสร้างหรือแบบจำลองของสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ออกมาเป็นรูปธรรม มีทั้งที่เป็นลักษณะของแผนผัง แผนภาพ เป็นต้น เพื่อให้ผู้ที่ศึกษาเกิดความเข้าใจในสิ่งนั้นมากขึ้น (Kaplan, 1964; Raj, 1996; ทิศนา แคมมณี, 2545)

รูปแบบการเรียนรู้อือ แบบแผนหรือต้นแบบที่ใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยแบบแผนนี้มีการจัดวางไว้อย่างเป็นระบบ ส่วนใหญ่ประกอบด้วย ทฤษฎี หลักการที่ยึดถือ และกระบวนการสอนที่มีลักษณะเฉพาะที่ได้รับการยอมรับหรือทดสอบว่ามีประสิทธิภาพอันจะนำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ครูกำหนดไว้ และแต่ละรูปแบบการจัดการเรียนรู้จะสะท้อนผลของการเรียนในทิศทางที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับครูที่จะเป็นผู้จัดและดำเนินการสอนให้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ (Anderson, 1997; Joyce, 1996; ทิศนา แคมมณี, 2545, 2550)

### 1.2 องค์ประกอบของรูปแบบ

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้อุ้เดิมได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งสามารถแบ่งองค์ประกอบได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนว่าครูต้องการพัฒนาในด้านใด องค์ประกอบของรูปแบบที่สำคัญ และมีความจำเป็น ได้แก่

1. หลักการ ทฤษฎี หรือแนวคิดที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบนั้น
2. วัตถุประสงค์ที่มีความสัมพันธ์กับการพัฒนาของรูปแบบ
3. วิธีการ กระบวนการเรียนการสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ
4. หลักฐานที่แสดงการยอมรับประสิทธิภาพของรูปแบบนั้น หรือการประเมินผล

(Anderson, 1997; Arends, 1998; Joyce, 1996; ทิศนา แคมมณี, 2545)

### 1.3 การพัฒนารูปแบบ

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้หรือการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ได้มีนักการเรียนรู้ ศึกษาเสนอหลักการแนวทางในการพัฒนารูปแบบไว้ดังนี้ (Joyce, 1996)

1. การพัฒนารูปแบบจำเป็นต้องมีทฤษฎีรองรับ
2. ในการพัฒนารูปแบบ ก่อนนำไปใช้อย่างแพร่หลายจำเป็นต้องมีการวิจัย ทดสอบทฤษฎี และตรวจสอบคุณภาพ แล้วผ่านการปรับปรุงให้เป็นที่ยอมรับ
3. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนหรือรูปแบบการเรียนรู้ จะต้องมียุทธศาสตร์เพื่อให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสูงสุด หรือในรูปแบบนั้นสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ เมื่อพิจารณาแล้วเห็นว่าเหมาะสม
4. ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ควรคำนึงวัตถุประสงค์อย่างกว้างขวางเพื่อประโยชน์ทั้งแก่ ครูและนักเรียน

## ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E (7E Learning Cycle)

### 2.1 ความหมายของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือที่นักการศึกษาหลายท่านเรียกว่า วิธีการสอนแบบสืบ สอบ วิธีการสอนแบบสืบสอนสอบสวน แต่ในทั้งนี้มาจากภาษาอังกฤษคือคำว่า Inquiry Method ซึ่ง ถ้ากล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น สามารถสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ หมายถึง ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน ที่ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม แล้วใช้กระบวนการคิดในรูปแบบต่าง ๆ คิดหาข้อเท็จจริง ไม่ว่าจะเป็นการคิดแก้ปัญหา คิดหาเหตุและ ผล หรือคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทั้งนี้ นักเรียนจะต้องลงมือในการสืบสอบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมี ครูเป็นผู้ควบคุมหรือคอยชี้แนะแนวทางในการค้นหาข้อเท็จจริง และสามารถนำความรู้และประสบการณ์ นั้นมาประยุกต์ใช้ต่อไปได้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2523; ชาตรี เกิดธรรม, 2545; ทิศนา แคมมณี, 2550; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2557)

### 2.2 ความเป็นมาของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

การจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E คือ การสืบเสาะหาความรู้รูปแบบหนึ่งที่ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ซึ่งได้รับการพัฒนามาจากการสอนแบบสืบสอบมีลำดับความเป็นมาดังนี้

## วัฏจักรที่ 1: วัฏจักรการเรียนรู้ 3 ชั้น (3E Learning Cycle)

คาร์พลัส (Karplus, 1959) ได้นำเสนอรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study Program หรือ SCIS) ซึ่งประกอบด้วย 3 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นสำรวจ (Exploration Phase)
2. ชั้นสร้าง (Formation Phase)
3. ชั้นค้นพบ (Discovery Phase)

จากการพัฒนาวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 3 ชั้น ของคาร์พลัส ยังไม่เป็นที่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากยังมีครูจำนวนมากไม่เข้าใจใน 2 ขั้นตอนหลัง คือ “ชั้นสร้าง” และ “ชั้นค้นพบ” บาร์แมน และโกตาร์ จึงได้ปรับเปลี่ยนเป็น “ชั้นสำรวจ” “ชั้นแนะนำมโนทัศน์” และ “ชั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์” ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้เปลี่ยนชื่อเรียกจาก “ชั้นแนะนำมโนทัศน์” เป็น “ชั้นแนะนำคำสำคัญ” ด้วยเหตุผลที่ว่าครูสามารถแนะนำและอธิบายให้คำสำคัญหรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียนแต่มิใช่แนะนำมโนทัศน์ให้แก่ นักเรียนเพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตามได้มีการปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น คือ จากชื่อ “ชั้นสร้างมโนทัศน์” (Concept Formation) ได้ปรับเปลี่ยนเป็น “ชั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์” (Concept Acquisition) (Abruscato, 1982; R. B. M. Charles, Kotar,, 1989; Edward, 1989)

วัฏจักรการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้ง 3 ชั้นนั้น มีเพียงชั้นที่ 2 ที่มีชื่อเรียกที่ต่างกันแต่คำอธิบายความหมายของการนำไปใช้มีความใกล้เคียงกัน โดยแต่ละชั้นมีสาระสำคัญดังนี้

1. **ชั้นสำรวจ (Exploration Phase)** เป็นชั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถามและคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล ทำการจดบันทึกโดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ครูมีบทบาทเป็นผู้ควบคุมอำนวยความสะดวก สังเกตพฤติกรรม ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะทางการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง

2. **ชั้นแนะนำคำสำคัญ/ ชั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์/ ชั้นสร้างมโนทัศน์ (Term introduction/Concept formation/Concept acquisition Phase)** เป็นชั้นที่ครูมีบทบาทมาก โดยจะตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในชั้นสำรวจ ครูจะแนะนำและอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้ นักเรียนจัดเรียงความคิดใหม่ ชั้นนี้จะเกิดปฏิสัมพันธ์กันระหว่างครูและนักเรียน เพื่อค้นหา มโนทัศน์จากข้อมูลและการสังเกตในชั้นสำรวจ

**3. ชั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept application Phase)** เป็นชั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือตั้งปัญหาใหม่ เพื่อให้นักเรียนขยายความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น

จากการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษา ได้มีการพัฒนาวิธีการใหม่ ๆ ออกมารวมถึงขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 3E มาเป็นขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 ขั้น ดังนี้ (Abruscato, 1982; Barman, 1989)

**1. ขั้นสำรวจ** เป็นชั้นที่การเน้นให้นักเรียนเป็นสำคัญมากในระดับหนึ่ง โดยครูมีบทบาทคือ กระตุ้นความไม่สมบูรณ์ทางความคิดของนักเรียน และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด เป็นผู้รับผิดชอบให้นักเรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจง และวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอ ที่มีปฏิสัมพันธ์ในทางที่สัมพันธ์กับแนวคิดคำแนะนำชี้แจงของครูต้องไม่บอกกับนักเรียนโดยตรง โดยครูจะให้นักเรียนสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สำหรับตนเอง ให้ใช้คำถามแนะเพื่อช่วยเริ่มกระบวนการวางแผน ทั้งนี้คำถามต้องนำไปสู่กิจกรรมของต่าง ๆ ที่สำคัญต้องไม่บอกหรืออธิบายแนวคิดแต่อาจจะกล่าวถึงการสอนอย่างย่อ ๆ ได้ บทบาทที่อาจจะเป็นไปในรูปจุดประสงค์การสอน

**2. ขั้นอธิบาย** เป็นชั้นที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญเป็นอันดับที่สอง รองลงมาจากขั้นสำรวจ คือครูต้องคอยสร้างสรรค์ หาสิ่งที่น่าสนใจความสะกดทางจิตใจให้แก่แก่นักเรียน เป้าหมายของขั้นนี้เพื่อให้ครูได้นำนักเรียนไปสู่กระบวนการสร้างความคิดเกี่ยวกับบทเรียนซึ่งจะได้จากการสร้างความคิด ดังที่ทฤษฎีของเพียเจต์ที่ได้อธิบายไว้ว่า นักเรียนต้องมุ่งเน้นค้นพบเบื้องต้นจากการสำรวจเบื้องต้นของนักเรียนเอง ครูต้องแนะนำภาษาหรือรูปแบบแนวคิดเพื่อช่วยในการปรับขยายโครงสร้างความคิด ครูแนะนำนักเรียนจนสามารถสร้างคำอธิบายของตนเองเกี่ยวกับความคิด ครูควรงดการบอกนักเรียนเพิ่มเติมถึงแม้ความเข้าใจของนักเรียนยังไม่สมบูรณ์ แต่ควรช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลของตนสร้างแนวคิดที่ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่ขั้นต่อไปโดยอัตโนมัติ คือ ขั้นการขยายความคิด

**3. ขั้นการขยายความคิด** ในขั้นการขยายความคิด ควรเป็นชั้นที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ และเป็นชั้นที่จัดขึ้นเพื่อกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่ม เป้าหมายของขั้นนี้ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้จัดการประสบการณ์เดิมที่คล้ายกัน เพื่อให้ค้นพบการประยุกต์ใหม่สำหรับสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดระหว่างประสบการณ์เดิมและข้อค้นพบใหม่ เป้าหมายเพื่อจะให้นักเรียนสามารถจินตนาการตามแนวความคิดไปให้ไกลที่สุด ครูจะต้องให้เด็กใช้ภาษา หรือสัญลักษณ์ของแนวคิดใหม่ เพื่อว่าพวกเขาจะได้เพิ่มความเข้าใจของพวกตน จุดนี้เป็นจุดที่เหมาะสมที่จะช่วยให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนรู้โดยการขยายตัวอย่าง หรือโดยการจัดประสบการณ์เชิงการสำรวจเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาส่วนบุคคลของนักเรียน การสอบสวนความสัมพันธ์ภายในระหว่าง

วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม ความเติบโตทางวิชาการ และตระหนักรู้ด้านอาชีพ ชั้น การขยายนี้สามารถนำไปสู่การสำรวจบทเรียนต่อไปโดยอัตโนมัติ ดังนั้นวัฏจักรต่อเนื่องสำหรับการ เรียนการสอนจึงถูกสร้างขึ้นในขั้นนี้ ครูสามารถช่วยให้นักเรียนได้จัดระเบียบความคิดของตนเอง โดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้มาเข้ากับความคิดหรือประสบการณ์อื่น ๆ ซึ่งสำคัญกับความคิดที่สร้างขึ้น ในขั้นนี้จะเพิ่มความหมายของแนวคิดและเพื่อขยายขอบเขตของความต้องการสำหรับเด็ก

**4. ขั้นประเมิน** เป้าหมายของขั้นนี้ เพื่อเป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งมักจะเกิดขึ้น ในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการยกระดับทางความคิด ที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้นผลการ เรียนต่อเรียนซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบท หรือวิธีการของหน่วยการเรียนรู้ และเพื่อช่วยกระตุ้นสร้าง แนวความคิดทางจิตใจ และทักษะกระบวนการการประเมินผล รวมถึงในแต่ละขั้นของวัฏจักรการ เรียนรู้ไม่ใช่จัดทำเฉพาะสุดท้าย

### วัฏจักรที่ 2: วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E Learning Cycle)

ในปี ค.ศ.1992 นักพัฒนาหลักสูตรจากโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยา ของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ได้ปรับปรุงวัฏจักรการ เรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น หรือที่เรียกย่อว่า 5E ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบการจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ประกอบด้วยขั้นดังต่อไปนี้ (Bybee, 2002; R. B. J. Charles, D. Shedd, 1992; Lawson, 1995)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)
5. ขั้นประเมิน (Evaluation Phase)

รายละเอียดของแต่ละขั้นมีดังต่อไปนี้

**1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)** คือ ขั้นตอนในการนำเข้าสู่บทเรียนโดย การสร้างความสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรือเกิดจากการอภิปรายกันระหว่างครูและ นักเรียน ระหว่างนักเรียนในกลุ่มด้วยกันจากเรื่องที่น่าสนใจ อาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ ในช่วงนั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว สิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวกระตุ้นให้ นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา หรือในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจครูอาจให้ศึกษา จากสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ หรือครูจะกระตุ้นด้วยการให้โจทย์กับนักเรียนก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียน

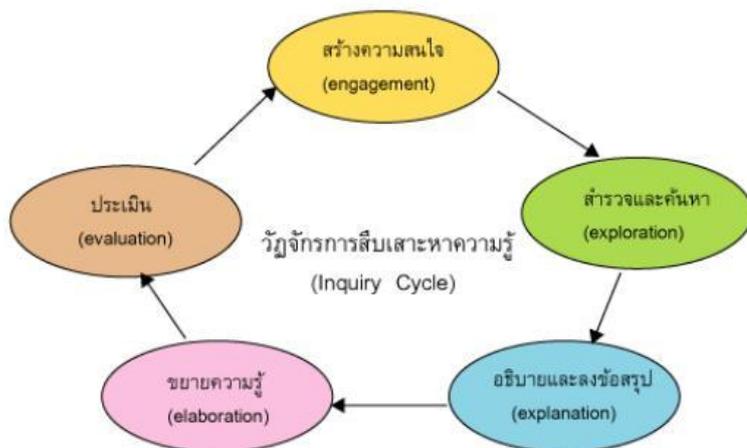
ปฏิบัติหรือยอมรับกับสิ่งที่ครูสนใจ นักเรียนจะเป็นผู้ยอมรับเป็นประเด็นที่ต้องการศึกษานั้นด้วยตนเอง จากนั้นจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจมากขึ้น โดยมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจอย่างหลากหลาย

**2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)** คือ ขั้นตอนที่นักเรียนต้องกระทำต่อมาเมื่อนักเรียนได้ทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว จึงมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ จากนั้นลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

**3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)** คือ ขั้นตอนในการนำข้อมูลข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แผลผล สรุปผล และนำเสนอที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือวาดรูป เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง ขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ตั้งไว้ของนักเรียนแต่ละคน แต่ผลที่ได้รับคือนักเรียนจะสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตัวเอง

**4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)** คือ ขั้นตอนในการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความรู้ที่ได้จากค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

**5. ขั้นประเมิน (Evaluation Phase)** คือ ขั้นตอนในการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้เป็นอย่างไร มากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้ในทั้ง 4 ขั้น ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งการประเมินของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ และในรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะความรู้ สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ, 2257)



แผนภาพที่ 2.1 รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

### วัฏจักรที่ 3: วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E Learning Cycle)

รูปแบบการสอนที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้สอนวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่า รูปแบบการสอน 7 ชั้น นั้นได้มีการพัฒนากระบวนการขั้นตอนโดยปรับจากการสอนแบบ 5 ชั้นเป็น 7 ชั้น หรือนิยมเรียกย่อว่า 7E แบ่งในขั้นสร้างความสนใจออกเป็น 2 ส่วนคือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม และขั้นสร้างความสนใจ ในขั้นขยายความรู้และขั้นประเมินความรู้ปรับเป็น 2 ส่วน คือ ขั้นประเมิน และขั้นนำความรู้ไปใช้ รูปแบบการสอนแบบ 7 ชั้น หรือเรียกว่า 7E จึงประกอบด้วยดังนี้ (Eisenkraft, 2003)

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)
2. ขั้นนำสร้างความสนใจ (Engagement Phase)
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)
4. ขั้นอธิบาย/สร้างแนวความคิด (Explanation Phase)
5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)
6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)
7. ขั้นนำความคิดไปใช้ (Extension Phase)

กระบวนการทั้ง 7 ชั้นนี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในลักษณะของวัฏจักรการเรียนรู้ (Cycle) ในขั้นตรวจสอบความรู้เดิมจะช่วยให้แก่นักเรียนนำความรู้ที่มีอยู่แล้วมาใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนจะทำ

ให้ครูค้นพบว่า นักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 2.3 รูปแบบการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

การนำความรู้ ประสบการณ์ไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็นปัญหาหรือคำถามที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า **Inquiry cycle** กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หรือที่เรียกว่า 7E สรุปได้ตามแนวคิดดังนี้

**แนวคิดที่ 1:** Miami Museum of Science ได้พัฒนาวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ของ BSCS เป็น 7E ประกอบด้วย (Paula Distefano Miami News, 2001)

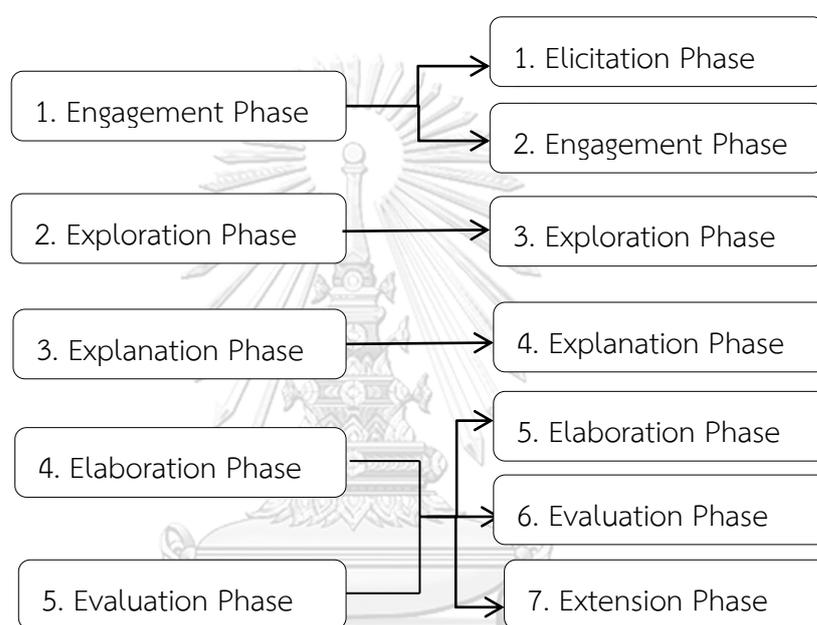
1. ขั้นสร้างความสนใจ
2. ขั้นสำรวจค้นหา
3. ขั้นอธิบาย
4. ขั้นขยายความรู้
5. ขั้นขยายความคิดรวบยอด
6. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้
7. ขั้นประเมิน

**แนวคิดที่ 2:** Eisenkraft นักการศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แบ่งขั้นตอนกระบวนการออกเป็นขั้นย่อย ๆ ประกอบด้วยดังนี้ (รุจาภา ประถมวงษ์ สมบัติ ทำยเรือคำ และประสาท เนื่องเฉลิม, 2552)

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

4. **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)**
5. **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)**
6. **ชั้นประเมิน (Evaluation Phase)**
7. **ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)**

ภาพประกอบรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5E เป็น 7E ตามแนวคิด Eisenkraft (Eisenkraft, 2003; ประसार มาลากุล ณ อยุธยา, 2537; สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ, 2537)



แผนภาพที่ 2.1 ภาพประกอบรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5E เป็น 7E ตามแนวคิด Eisenkraft

**แนวคิดที่ 3:** Karagoz and Zeki Saka นักวิจัยที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ 7E โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในรายวิชาสาขาฟิสิกส์ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้ (Özden Karagöza and Ahmet Zeki Sakab, 2015)

1. **ชั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase)**
2. **ชั้นสำรวจ (Exploration Phase)**
3. **ชั้นอธิบาย (Explanation Phase)**
4. **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)**

## 5. ชั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (Exchange Phase)

## 6. ชั้นประเมิน (Evaluation Phase)

## 7. ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E นี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ด้วยหลักการ วัตถุประสงค์ และขั้นตอนที่มีความสอดคล้องกับบทเรียนหุ่นยนต์ การคิดแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่เผชิญหรือสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ให้เกิดกระบวนการทำงานใหม่ ๆ อีกทั้งต้องมีความเข้าใจในกระบวนการทำงานแต่ละส่วน อันจะส่งผลให้เกิดการถ่ายโอนความรู้ และการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ยังสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ให้เกิดประโยชน์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยจึงได้ทำการสังเคราะห์ขั้นตอนของการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ออกมาเป็นของผู้วิจัย สรุปได้ตามตารางดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

ขั้นตอนการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E	Miami Museum of Science (2001)	Eisenkraft (2003)	Karagozand Zeki Saka (2014)	ผู้วิจัย
1. ชั้นตรวจสอบความรู้เดิม		✓		
2. ชั้นเร้าความสนใจ	✓	✓	✓	✓
3. ชั้นสำรวจและค้นหา	✓	✓	✓	✓
4. ชั้นอธิบาย	✓	✓	✓	✓
5. ชั้นขยายความรู้	✓	✓	✓	✓
6. ชั้นขยายความคิด	✓			
รวมยอด				
7. ชั้นแลกเปลี่ยน การเรียนรู้	✓		✓	✓
8. ชั้นประเมิน	✓	✓	✓	✓
9. ชั้นนำความรู้ไปใช้		✓	✓	✓

จากตารางการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ของผู้วิจัยที่สามารถนำมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทั้งนี้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมและพัฒนาทักษะความสามารถของนักเรียนตามแนวการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21(Eisenkraft, 2003; Özden Karagöza and Ahmet Zeki Sakab, 2015; Paula Distefano Miami News, 2001)

## 2.4 องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

จากการศึกษาขั้นตอนของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ผลลัพธ์ที่ครูต้องการคือนักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพหรือการทำให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ในหัวข้อองค์ประกอบของการเรียนรู้ฯ พบว่าได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดองค์ประกอบสำคัญ ๆ ของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E สรุปได้ดังนี้

Lim (2004) ได้นำเสนอองค์ประกอบของกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ได้แก่

1. ครู
2. นักเรียน
3. สถานการณ์ที่เป็นปัญหา
4. เว็บไซต์โปรแกรมหรือแหล่งข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา
5. กิจกรรมสะท้อนการเรียนรู้

Alberta Learning (2004) ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีพื้นฐานมากจากการรวบรวมงานวิจัยจากทั่วทุกมุมโลกมาเป็นเวลา 30 ปี ประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้

1. กิจกรรมการสะท้อนกระบวนการ
2. นักเรียน
3. ครู
4. กิจกรรมที่จำลองปัญหา
5. กิจกรรมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
6. การประเมินผลผลิต

Thomas (2008) ได้นำเสนอองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนแบบสืบสอบประกอบด้วย 5 องค์ประกอบดังนี้

1. ครู
2. นักเรียน
3. นิยามปัญหา
4. หลักฐานและข้อโต้แย้ง
5. กิจกรรมสะท้อนกระบวนการ
6. การประเมินผล

Özden Karagöza and Ahmet Zeki Sakab (2015) ได้อธิบายแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E สำหรับครู ประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้

1. ครู
2. นักเรียน
3. สถานการณ์ที่เป็นปัญหา
4. เว็บโปรแกรมสำหรับการสอน
5. กิจกรรมแลกเปลี่ยนการเรียนรู้
6. กิจกรรมสะท้อนการเรียนรู้

จากการศึกษาองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E หรือจากแนวคิดที่เป็นพื้นฐานเดิม คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ สืบเสาะหาความรู้ หรือแสวงหาความรู้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการสังเคราะห์องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ของผู้วิจัยเอง ดังตารางแสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

ตารางที่ 2.2 การสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E	Alberta Learning (2004)	Lim (2004)	Thomas (2008)	Özden Karagöza and Ahmet Zeki Sakab (2015)	ผู้วิจัย
1. ครู	✓	✓	✓	✓	✓
2. นักเรียน	✓	✓	✓	✓	✓
3. สถานการณ์ที่เป็นปัญหา		✓	✓	✓	
4. เว็บโปรแกรม		✓		✓	
5. หลักฐานและข้อโต้แย้ง			✓		
6. สื่อการเรียนรู้					✓
7. กิจกรรมจำลองปัญหา	✓				
8. กิจกรรมแลกเปลี่ยนการเรียนรู้	✓			✓	
9. กิจกรรมสะท้อนการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	
10. การประเมินผล	✓		✓		✓

จากการสังเคราะห์องค์ประกอบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E จากนักการศึกษาที่ได้ นำเสนอองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้อันจะนำไปสู่เป้าหมายอย่างประสิทธิภาพ พบว่า สำหรับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ประกอบด้วยองค์ประกอบทั้งหมด 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ครู (2) นักเรียน (3) สื่อการเรียนรู้ และ (4) การวัดและประเมินผล

### ข้อดีของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ สามารถสร้างองค์ความรู้จากศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตนเอง
2. นักเรียนได้ฝึกความคิดและฝึกลงมือปฏิบัติ ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดความรู้ที่คงทนและเชื่อมโยงการเรียนรู้ได้
3. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้กระบวนการและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. นักเรียนจะเป็นผู้มีความเจตคติที่ดีต่อการเรียนการเรียนรู้ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และสาขาที่เกี่ยวข้อง เช่น สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา เป็นต้น

### ข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีดังนี้ คือ

1. ใช้เวลามากในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้นักเรียนสนใจหรือไม่สามารถสร้างความสนใจของนักเรียนได้อาจส่งผลทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ เครื่องครัดในการควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไป ก็จะส่งผลทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองเช่นกัน
3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำประกอบด้วยเนื้อหาวิชาที่ค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเองได้
4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจในการศึกษาค้นคว้าลดลง
5. ถ้าใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบนี้อยู่เสมอ อาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาลดลง

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เป็นแนวทางการสอนที่ดี นักเรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ไม่ใช่การเรียนแบบท่องจำ ครูจะต้องเป็นผู้สร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

สุจิตรา เขียวศรี (2550) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะบนเว็บวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยแบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ระยะคือ ระยะที่ 1 การสร้างรูปแบบการเรียนการสอนฯ และศึกษาความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ระยะที่ 2 ทดลองประสิทธิภาพของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับตัวอย่างจำนวน 25 คน ระยะที่ 3 นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการเรียนการสอน และ 4) การวัดและประเมินผล หลักการของรูปแบบเน้นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยกระบวนการสืบสอบการช่วยเสริมศักยภาพโดยครูสอนและเครื่องมือซอฟต์แวร์ ผลการทดลองในระยะที่ 2 พบว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 6 ท่านมีความเห็นว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้

มริจิ คงรัตน์ (2553) ได้ทำการวิจัยในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนโดยทำการเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่เรียนด้วยเทคนิคแนวเทียบกับวัฏจักรการเรียนรู้ 5E และกลุ่มที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ศึกษาโดยการเปรียบเทียบก่อนและหลังการเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธัญชนก โหม่งกตหลด (2554) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ และศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ตัวอย่างในการวิจัยคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงทดลองทำการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ 2 รูปแบบ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการจัดการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน ผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้ 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7E และที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐานมีความสามารถในการวิเคราะห์

ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แจ่มจันทร์ ศรีอรุณศรี (2554) ได้ทำการวิจัยการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทัศนศึกษาเสมือน ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทัศนศึกษาเสมือนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตัวอย่างในการวิจัยคือ 1) ครูประจำวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 104 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการสืบค้น แบบวัดความสามารถในการสื่อความหมาย และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้ 1. รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทัศนศึกษาเสมือนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ 1) เนื้อหาการเรียนรู้ด้วยทัศนศึกษาเสมือน 2) สื่อทัศนศึกษาเสมือน ได้แก่ สื่อวีดิทัศน์ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว กระดานสนทนาออนไลน์ กิจกรรมแบบฝึกหัด และเกม 3) ผู้เชี่ยวชาญประจำแหล่งเรียนรู้ 4) ระบบจัดการเรียนรู้ทัศนศึกษาเสมือน 5) การประเมินผลการเรียนรู้ด้วยทัศนศึกษาเสมือน รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทัศนศึกษาเสมือนฯ แบ่งเป็น 3 ระยะ แต่ละระยะประกอบด้วย 6 ขั้นตอนย่อย เช่น การกระตุ้นและสร้างความสนใจ การสำรวจและสืบค้น การอธิบาย การลงข้อสรุปแบบอุปนัย/นิรนัย การขยายความรู้ และการประเมินผล 2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทัศนศึกษาเสมือนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า หลังการทดลองนักเรียนมีผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทัศนศึกษาเสมือนฯ ที่ได้ ตรวจสอบคุณภาพและรับรองรูปแบบจากผู้ทรงคุณวุฒิก่อนและหลังการทดลอง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

Young (1970) ได้ทำการศึกษาการใช้อุปกรณ์การสอนสำหรับพัฒนาความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้สอนให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวังและเร่งเร้าให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นนักเรียนต้องพยายามหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างขัดแย้ง โดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้หลายทางด้วยกันโดยทดลอง กับนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่มเป็นกลุ่มทดลอง และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยสอบหลังและก่อนผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติส่วนอย่างอื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วิลเลียม (1981 อ้างถึงใน ธัญชนก โหนองกตหลด, 2554) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา วิจัยนี้เป็นวิจัยทดลองตัวอย่างในกลุ่มทดลองมีจำนวน 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เดิมกลุ่มควบคุม 13 คน ส่วนแบบเดิมทำการสอนเป็นเวลา 24 สัปดาห์ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ทั้ง 7 ขั้นนี้ ได้พัฒนามาจากการเรียนการสอนแบบการสืบสอบ (Inquiry) ซึ่งเดิมมีกระบวนการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ขั้น แต่จุดประสงค์หลักของทั้ง 2 รูปแบบ มีความต้องการเดียวกันคือ มุ่งเน้นให้ทุกกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนได้เกิดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาความรู้ รู้จักใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล โดยครูจะต้องตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนได้ใช้ความคิดในการตอบคำถาม เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ คิดทำความเข้าใจและลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้ ในส่วนของความแตกต่างนั้นจะมีขั้นตอนเพิ่มเข้ามาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและสนุกกับการเรียนมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง จึงเกิดเป็นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาสังเคราะห์ เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ สรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E หมายถึง ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการฝึกคิด สืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือผลลัพธ์จากข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นเร้าความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (3) ขั้นอธิบาย (4) ขั้นขยายความรู้ (5) ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (6) ขั้นประเมิน (7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E นี้ มาพัฒนาใช้ในการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถือเป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนรู้อาชีววิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ อันจะส่งผลให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ ความจริงได้ด้วยตนเอง

### ตอนที่ 3 การเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์

#### 2.1 ความรู้เรื่องหุ่นยนต์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้พัฒนาหลักสูตรและสื่อการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้

นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ใช้ความสามารถในด้านต่าง ๆ ทาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักการใช้เหตุผล ฝึกความคิดสร้างสรรค์ และสามารถใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์บวกกับการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการพัฒนาการเรียนรู้ ให้เหตุผลที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา สนุกกับการเรียน ซึ่งเป็นแนวทางในการสนับสนุนนโยบายปฏิรูปการศึกษาในการส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องหุ่นยนต์ เสริมสร้างพัฒนาทักษะในการคิดตามแนวการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมและจูงใจให้ครูและนักเรียนได้เรียนรู้วิธีการใช้เทคโนโลยีผสมผสานกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการพัฒนาหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาวงการความรู้สู่วิชาชีพสาขาอุตสาหกรรมของไทยในอนาคต ที่สำคัญยังเป็นประโยชน์ต่อตัวนักเรียนในรายละเอียด ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

- 1) ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะพื้นฐานของหุ่นยนต์
- 2) ได้รับประสบการณ์ตรงในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ในการสร้างชิ้นงานตามที่สนใจ
- 3) ได้รับการฝึกทักษะด้านการทำโครงงาน เช่น ทักษะเกี่ยวกับไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และกลไก เป็นต้น
- 4) มีโอกาสในการเข้าร่วมประกวดและแข่งขันหุ่นยนต์ในระดับต่าง ๆ

#### **ความหมายของหุ่นยนต์**

หุ่นยนต์ ที่เรารู้จักกันในฐานะที่เป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่ในการทำงานแทนมนุษย์ มีลำดับการทำงานเป็นขั้นตอนตามที่มนุษย์ได้ออกแบบไว้ มีความสามารถที่หลากหลาย หรือกล่าวได้ว่า หุ่นยนต์หมายถึง เครื่องจักรประเภทหนึ่ง ที่เกิดจากการนำเทคโนโลยีและวิทยาการต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เครื่องจักรนั้นทำงานได้ตามที่ต้องการ ซึ่งมีทั้งแบบอัตโนมัติ หรือแบบควบคุมโดยมนุษย์ โดยหุ่นยนต์จะสามารถทำงานได้ก็ต่อเมื่อมนุษย์หรือผู้ใช้งานป้อนคำสั่งผ่านการเขียนโปรแกรมให้เครื่องจักรนั้น ๆ ทำงาน (ดารณี ไทยประเสริฐ, 2554; นิรมิข เพียรประเสริฐ, 2556; สารานุกรมเสรี, 2560)

#### **ประเภทของหุ่นยนต์ (สารานุกรมเสรี, 2560)**

ประเภทของหุ่นยนต์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ดังนี้

1. หุ่นยนต์ที่ทำงานโดยตั้งอยู่กับที่ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ หุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่สามารถเคลื่อนไหวไปมา แต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้หุ่นยนต์ในประเภทนี้ ได้แก่ แขนกลของหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น งานด้านอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ แขนกลของหุ่นยนต์ที่ใช้งานในด้านการแพทย์ (แขนกลที่ใช้ในการผ่าตัด) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีลักษณะโครงสร้างที่ใหญ่โต เทอะทะ

และมีน้ำหนักมาก ใช้พลังงานให้สามารถเคลื่อนไหว ได้จากแหล่งจ่ายพลังงานภายนอก และจะมีการกำหนดขอบเขตการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เอาไว้ ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนไหวไปมาได้เฉพาะที่ที่กำหนดเอาไว้เท่านั้นหุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่

2. หุ่นยนต์ ที่ทำงานโดยมีการเคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ได้ หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวร่างกายไปมาได้โดยอิสระ หมายความว่า หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนย้ายตัวเองจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งได้อย่างอิสระ หรือมีการเคลื่อนที่ไปมาในสถานที่ต่าง ๆ เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ในการสำรวจดวงจันทร์ ขององค์การนาซ่า หุ่นยนต์สำรวจใต้พิภพหรือหุ่นยนต์ที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้า ซึ่งหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวได้นี้ ถูกออกแบบลักษณะของโครงสร้างให้มีขนาดเล็กและมีระบบเคลื่อนที่ไปมา รวมทั้งมีแหล่งจ่ายพลังสำรองภายในร่างกายของตนเอง แตกต่างจากหุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ ซึ่งจะต้องมีแหล่งจ่ายพลังอยู่ภายนอก

#### ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ (Purinatth, 2554)

หุ่นยนต์แต่ละจะประกอบด้วยอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่าง ๆ มากมาย ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดนั้นจะมีหน้าที่ต่างกันไปตามลักษณะและวัตถุประสงค์ของการใช้งาน การนำหุ่นยนต์ไปใช้ประโยชน์จึงต้องมีความรู้ตั้งแต่ส่วนแรกเริ่มก่อนมาประกอบเป็นหุ่นยนต์หนึ่งตัว เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว คงทน และประหยัดพลังงาน ส่วนประกอบของหุ่นยนต์จึงแบ่งส่วนประกอบใหญ่ ๆ ได้ 4 ส่วนดังนี้

1. อุปกรณ์ทางกล แมคคานิค (Mechanic) คือ ชิ้นส่วนกลไกต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ ได้แก่ 1) โครงสร้าง (frame) โครงสร้างเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของหุ่นยนต์ 2) เพลา (shaft) เพลาเป็นชิ้นส่วนที่มีลักษณะเป็นก้านทรงกระบอกที่หมุนได้ ใช้ในการส่งถ่ายกำลังจากอุปกรณ์ขับเคลื่อน 3) เฟือง (gear) เฟืองทำหน้าที่ส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่ง 4) สกรูส่งกำลัง (power screw) สกรูส่งกำลังมีหน้าที่ส่งกำลังโดยเปลี่ยนจากการหมุนเป็นการเลื่อน 5) สายพาน (belt) สายพานมีหน้าที่ส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่ง 6) โซ่ (chain) โซ่มีหน้าที่ส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่ง 7) สปริง (spring) สปริงเป็นชิ้นส่วนที่มีความยืดหยุ่น ทำหน้าที่ได้หลายประเภท 8) ข้อต่อสวมเพลา (coupling) ข้อต่อสวมเพลาเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งถ่ายแรงบิดระหว่างเพลาสองเพลา 9) คลัตช์ (clutch) คลัตช์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งถ่ายแรงบิดระหว่างเพลาสองเพลา 10) เบรก (break) เบรกเป็นอุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วน โดยการทำให้การเคลื่อนที่ช้าลง 11) ข้อต่อ (joint) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่สัมพันธ์กันของหุ่นยนต์ 12) ก้านต่อโยง (link) วัตถุที่นำมาเชื่อมต่อเพื่อสร้างการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ และ 13) ตลับลูกปืนและปลอกสวม (bearing and bush) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รองรับจุดหมุน หรือจุดต่างๆที่เคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ หากจะ

เปรียบกับมนุษย์แล้วจะเปรียบได้กับทำหน้าที่เป็นโครงกระดูกหรืออวัยวะร่างกายภายนอก เช่น แขน ขา ลำตัว เป็นต้น บุคคลที่ทำหน้าที่ดูแลในส่วนนี้ควรเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถทางด้านฟิสิกส์ เช่น เวคเตอร์ แรง โมเมนตัม และควรมีความรู้ในเรื่องระบบกลไกต่างๆ เป็นอย่างดี มีความสามารถ ออกแบบระบบทางกลได้

3. อุปกรณ์ไฟฟ้า อิเลคทรอนิกส์ (Electronic) คือ อุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณทางระบบไฟฟ้า เช่น

- 1) อุปกรณ์ตรวจรู้ เช่น เซอร์ (Sensor) ใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณของตัวแปรต่างๆ ใช้ในการรับค่า (input) ปริมาณทางฟิสิกส์ (physic)
- 2) ชุดขับมอเตอร์ต่าง ๆ (motor driver) เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้มอเตอร์เกิดการหมุนและอุปกรณ์แสดงผล (output device ) อุปกรณ์ที่ใช้แสดงค่า (output) สถานะต่างๆ ของหุ่นยนต์ให้มนุษย์ทราบ หากเปรียบกับมนุษย์นั้นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าเปรียบได้กับประสาทสัมผัส เส้นประสาท และ อวัยวะภายใน ผู้ที่ควรทำหน้าที่ดูแลส่วนนี้ควรเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า งานด้านอิเล็กทรอนิกส์ควรมีความรู้เกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ และจะต้องสามารถวิเคราะห์ และออกแบบวงจรต่างๆ ได้

4. อุปกรณ์ควบคุม คอนโทรลเลอร์ (Controller) คือ สมอกลที่ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ เช่น สมอกลที่ประดิษฐ์จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องควบคุมขนาดเล็ก คอมพิวเตอร์ ชนิดแผงวงจรสำเร็จรูป (SBC : Single Board Computer) เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ และคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC : Personal Computer) หากเปรียบกับมนุษย์แล้วในส่วนนี้จะเปรียบได้กับสมอง สติปัญญาของมนุษย์ บุคคลที่ดูแลในส่วนนี้ควรเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์จะต้องเป็นผู้ที่มีความคิดอย่างเป็นระบบ สามารถออกแบบเป็นกระบวนการต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

### 3.2 การเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์

การเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ หมายถึง การเขียนชุดคำสั่งที่ผู้เขียนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมให้หุ่นยนต์ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างได้ การทำงานของหุ่นยนต์นี้จะมีลักษณะการทำงานแบบอัตโนมัติ สามารถจะสั่งให้หุ่นยนต์ทำงานได้ตามต้องการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการประกอบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การเขียนโปรแกรม Arduino ด้วยภาษาซีเบื้องต้น เพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล และ กฤษดา ใจเย็น, 2548)

**การเรียนรู้สร้างหุ่นยนต์** คือการเรียนรู้ที่ผ่านการจำความคิดที่แบ่งเป็นขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นได้ผ่านการศึกษาความไปได้ในการสร้างหุ่นยนต์ว่าการกระทำนั้น ๆ สามารถทำให้เกิดขึ้นได้ อาจ

เป็นไปในรูปแบบของการสร้างจากขั้นตอนเบื้องต้นไปสู่ขั้นตอนที่ยากขึ้นหรือมีเงื่อนไขในการสร้างตามวัตถุประสงค์นั้น ๆ โดยสามารถแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

**ระดับเบื้องต้น** เป็นการเรียนรู้ในเรื่อง ชิ้นส่วนองค์ประกอบของตัวต่อว่ามีชิ้นส่วนอย่างไรและเปลี่ยนแปลงรูปแบบใดบ้าง พร้อมหลักการการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ รวมถึงการสร้างอุปนิสัยในการเก็บรักษาอุปกรณ์การเรียนรู้เหล่านี้ได้อย่างไร เพื่อสร้างนิสัยความมีระเบียบการจัดการซึ่งวินัยตรงนี้จะเหมาะสมต่อวิชาช่างหรือวิศวกรรมในอนาคตได้

**ระดับกลาง** เป็นการเรียนรู้ทำความเข้าใจความสามารถพิเศษของตัวตรวจจับหรือการเพิ่มความสามารให้กับหุ่นยนต์ เพื่อให้สามารถใช้งานในระบบอัตโนมัติที่ตัดสินใจภารกิจเองได้ เรียนรู้การทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับต่าง ๆ ประกอบสิ่งประดิษฐ์ที่เกิดขึ้นจริงและให้เห็นความพิเศษของระบบอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังเพิ่มการเรียนรู้ระบบควบคุมไร้สายหรือรีโมตคอนโทรลซึ่งสามารถบังคับควบคุมหุ่นยนต์ได้จากระยะไกล เปิดมุมมองการบังคับหุ่นยนต์ได้อีกแบบหนึ่ง เรียนรู้รูปแบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในลักษณะต่างๆ ไม่ว่าจะด้วยล้อ หรือการเคลื่อนที่แบบใช้สายพานเหมือนรถถัง การเคลื่อนที่แบบใช้ขา โดยอาศัยการเคลื่อนที่แบบหมุนปรับเปลี่ยนวิธีการเคลื่อนที่เป็นรูปแบบอื่นๆ ได้ เมื่อเข้าใจระบบการเคลื่อนที่และการบังคับแบบไร้สายแล้ว จึงมาสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ต้องการได้ตามลักษณะพื้นฐานความรู้ดังกล่าว

**ระดับสูง** เป็นการเรียนรู้ทำความเข้าใจเรื่องการสร้างหุ่นยนต์ด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมสั่งการ ในระดับนี้จะเข้าใจโลกของการสร้างหุ่นยนต์มากขึ้น นั่นคือสามารถสร้างสรรค์และบังคับหุ่นยนต์ด้วยการเขียนโปรแกรม อันหมายถึง สร้างเงื่อนไขการทำงานต่าง ๆ ให้กับหุ่นยนต์ ซึ่งการเรียนรู้ระดับนี้จะประกอบด้วยความรู้พื้นฐานโครงสร้างของหุ่นยนต์ จนมาถึงเรียนรู้ใช้เทคโนโลยีประกอบการสร้างคือ คอมพิวเตอร์และโปรแกรมการสั่งงาน สามารถเรียนรู้การควบคุมความเร็วของมอเตอร์อันเป็นส่วนขับเคลื่อนหุ่นยนต์ได้ ความสำคัญของการเรียนรู้ในระดับนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ลำดับการสั่งงานหรือสร้างเงื่อนไขของการทำงานต่างๆ เปิดมุมมองการแก้ไขปัญหาแบบเป็นขั้นเป็นตอน เป็นการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ หรือเรียกได้ว่าเป็นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เจอปัญหาติดขัดอย่างไรสามารถกลับไปหาสาเหตุและต้นตอของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ (ศิริสาร เขตปิยรัตน์, 2559)

### 3.3 การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้หุ่นยนต์ทำงาน

#### การทำงานของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์แต่ละประเภท มีลักษณะการทำงานที่ถูกออกแบบมาให้มีความคล้ายกับการทำงานของร่างกายมนุษย์ จึงได้มีแบ่งระบบการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่

1. ขั้นตอนการรับรู้ เปรียบเสมือนเป็นส่วนแรกของการทำความรู้จักของมนุษย์ เช่น การมองเห็น หรือการสัมผัสของมนุษย์
2. ขั้นตอนการประมวลผล เปรียบได้กับการทำงานของสมองในการนึกคิด คือ เป็นขั้นของการหาคำตอบ การจดจำ หรือการแสดงในการคำนวณ
3. ขั้นตอนของการแสดงผล เปรียบกับการทำงานที่เกิดขึ้นจากสมองส่งไปยังอวัยวะต่าง ๆ ให้ขยับตามการทำงานของร่างกายมนุษย์

ระดับของหุ่นยนต์ทั่วไป สามารถแบ่งการทำงานตามการควบคุมได้ 2 แบบดังนี้

1. ระบบบังคับด้วยมือ (Manual System) เป็นการควบคุมหุ่นยนต์ โดยใช้มนุษย์เป็นผู้สั่งการบังคับหรือควบคุมให้หุ่นยนต์ทำ หรือ เคลื่อนไหวตามที่ต้องการผ่านแท่นระบบควบคุม โดยส่วนใหญ่จะใช้จอยสติ๊ก (Joystick) เป็นตัวควบคุม

2. ระบบอัตโนมัติ (Automation System) เป็นการควบคุมหุ่นยนต์ โดยใช้หลักลอจิกวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หรือใช้การเขียนโปรแกรมเป็นตัวตัดสินใจและประมวลผล โดยมีกอบอกแบบระบบเป็น 3 รูปแบบ คือ

- 2.1 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ มักจะนำมาทำเป็นหุ่นยนต์ที่เรียกว่า บีม (Beam) ไม่ต้องมีวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้หลักของลอจิก (Logic) และเกท (Gate) เช่น And gate, Or gate มาใช้

- 2.2 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานเฉพาะการควบคุมจุดเล็กๆ ใช้หน่วยความจำไม่มากมักจะเขียนโปรแกรมลงไป

- 2.3 วงจรไมโครโปรเซสเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประมวลผลในคอมพิวเตอร์ เช่น ใช้ในหุ่นยนต์ Asimo เป็นต้น

### ภาษาซีกับการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

พื้นฐานโปรแกรมภาษาซี ภาษาซี ถูกคิดค้นครั้งแรกในปี ค.ศ.1972 โดย เดนนิส ริทชี (Dennis Ritchie) ที่ห้องแล็บเบล (Bell Labs) โดยได้แนวคิดมาจากภาษา BCPL แต่เดิม ภาษาซี ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นภาษาสำหรับการสร้างระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ เนื่องจากในขณะนั้นระบบปฏิบัติการยูนิกซ์เขียนด้วยภาษาแอสเซมบลี (Assembly) ซึ่งเป็นภาษาที่ยึดติดกับฮาร์ดแวร์ของเครื่อง การที่จะย้ายระบบปฏิบัติการไปใช้กับเครื่องอื่นจึงเป็นเรื่องยากไม่สามารถกระทำได้ ถือเป็น

ข้อเสียของภาษาแอสเซมบลี ทำให้ต่อมาการพัฒนาภาษาซีจึงเป็นที่นิยมเนื่องจากเป็นภาษาที่ไม่ยึดติดกับฮาร์ดแวร์ (คมคาย ปวุดตานนท์, 2557)

ในปัจจุบันการใช้ภาษาซีไม่ได้จำกัดอยู่เพียง การใช้ในงานสร้างระบบปฏิบัติการเท่านั้น แต่สามารถนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมในทุกหลากหลายประเภท ได้แก่ งานเกี่ยวกับการคำนวณ งานเกี่ยวกับการจัดการฐานข้อมูลหรือสร้างโปรแกรมสำหรับจัดพิมพ์เอกสาร หรือแม้กระทั่งงานเกี่ยวกับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือฮาร์ดแวร์ชนิดต่าง ๆ ในที่นี้รวมไปถึงการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาซีเพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ เป็นต้น ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้ภาษาซีในการเขียนเพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์คือ โปรแกรม Arduino (Arduino programming language) ต้องเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา C/C++ ภาษาของโปรแกรมนี้อาจแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลักคือ 1. โครงสร้างภาษา (Structure) ตัวแปรและค่าคงที่ 2. ฟังก์ชัน (Function) โดยจะอิงตามภาษา C/C++ กล่าวได้ว่าการเขียนโปรแกรมสำหรับ Arduino คือการเขียนโปรแกรมภาษาซี ที่เรียกใช้ฟังก์ชันและไลบรารีที่ทาง Arduino ได้เตรียมไว้ให้แล้วจึงสะดวกต่อการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ (Innovative Experiment Co., 2559)

### 3.4 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์

ในการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการโปรแกรมหุ่นยนต์มีหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นโดย Andrew (2017) มีความตั้งใจในการพัฒนาหลักสูตรการสอนเกี่ยวกับวิชาหุ่นยนต์เพื่อต้องการให้นักเรียนในช่วงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้พัฒนาทักษะตามแนวคิดการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ที่เล็งเห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้วิชาหุ่นยนต์ในโลกปัจจุบัน กระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนใช้ในห้องเรียนคือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มตั้งแต่การเรียนรู้ออกแบบหุ่นยนต์ รวมไปถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของตัวเอง

ในหลักสูตรการสอนวิชาหุ่นยนต์ จะเป็นเพียงบางส่วน ถึงแม้ว่าเรื่องหุ่นยนต์จะมีรายละเอียดและซับซ้อนมาก แต่การนำเสนอนี้จะมีความครอบคลุมเนื้อหา เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ครูจะมีหน้าที่วางแผนการจัดการเรียนรู้ล่วงหน้าก่อนประมาณ 3 - 4 สัปดาห์เพื่อให้เกิดครอบคลุมตามบทเรียนและกิจกรรมต่อไปนี้

การเตรียมความพร้อมสำหรับบทเรียนหุ่นยนต์ที่เกิดจากการร่วมมือกันของครูระหว่างครูสอนวิทยาศาสตร์ สอนคณิตศาสตร์และการสอนเกี่ยวกับเทคโนโลยี โดยมีวัตถุประสงค์คือมีความต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง Authentic Learning Task (ALT) มีรายละเอียดดังตารางจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ (Andrew, 2017)

ตารางที่ 2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์

ความเป็นมาและ ความสำคัญของหุ่นยนต์	ส่วนประกอบของหุ่นยนต์	การออกแบบหุ่นยนต์
<p>ALT1 – ประโยชน์ของหุ่นยนต์ (วิทยาศาสตร์)</p> <p>กิจกรรม – นักเรียนตรวจสอบความรู้ผ่านการชมวิดีโอ และร่วมกันอภิปรายถึงการใช้ประโยชน์ของหุ่นยนต์ตั้งแต่ในอดีตปัจจุบันและในอนาคต</p>	<p>ALT1 – ฟิสิกส์และวิทยาการหุ่นยนต์ (วิทยาศาสตร์)</p> <p>กิจกรรม – นักเรียนรู้และเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของมวล น้ำหนัก แรงและกำลังในแต่ละส่วนของส่วนประกอบของหุ่นยนต์</p>	<p>ALT1 – ออกแบบหุ่นยนต์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>กิจกรรม – นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้แล้วออกแบบหุ่นยนต์ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างหุ่นยนต์ขึ้นมาใหม่</p>
<p>ALT2 – การสอนลำดับทางความคิด (คณิตศาสตร์)</p> <p>กิจกรรม – นักเรียนใช้ความคิดเชิงตรรกะและการลำดับในการเขียนกระบวนการตามโจทย์ที่ครูเป็นผู้กำหนด</p>	<p>ALT2 – การเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ (คณิตศาสตร์)</p> <p>กิจกรรม – นักเรียนสามารถกำหนดการใช้งานของเซ็นเซอร์แต่ละชนิด อาจกำหนดในรูปแบบของอัตราส่วน ระยะทางในการทำงาน หรือการเคลื่อนที่ในระนาบของหุ่นยนต์</p>	<p>ALT2 – ร่างหุ่นยนต์ที่ออกแบบ (คณิตศาสตร์)</p> <p>กิจกรรม – นักเรียนวาดหุ่นยนต์ที่ได้ออกแบบไว้โดยการรายละเอียดของโครงสร้างสเกลอัตราส่วนที่ชัดเจน</p>
<p>ALT3 – ตรวจสอบหุ่นยนต์ผ่านการเขียน (LA)</p> <p>กิจกรรม – นักเรียนนำเสนอผลกระทบที่เกิดขึ้นในสังคมของการใช้ประโยชน์ของหุ่นยนต์โดยใช้ความรู้และความคิดเห็นผ่านการเขียน</p>	<p>ALT3 – การคิดสังเคราะห์: หุ่นยนต์ที่ดีควรเป็นอย่างไร (Language Art)</p> <p>กิจกรรม – นักเรียนใช้ความรู้ในการออกแบบหุ่นยนต์ที่ต้องการโดยเขียนบรรยายรายละเอียดส่วนประกอบของหุ่นยนต์ด้วย</p>	<p>ALT3 – การประเมิน: หุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้น (LA)</p> <p>กิจกรรม – นักเรียนประเมินหุ่นยนต์ที่ออกแบบ โดยอาจใช้วิธีการเปรียบเทียบกับหุ่นยนต์ของเพื่อนในแต่ละส่วนที่ตนเองมีหรือขาด พร้อมกับอธิบายเหตุผลที่มาของส่วนนั้น</p>

### 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์

สุปรีย์ บุรณะกนิษฐ (2556) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของการใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพที่ต่างกันและเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในวิชาการโปรแกรมหุ่นยนต์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของการใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพที่ต่างกันและเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในวิชาการโปรแกรมหุ่นยนต์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 23 คน ของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่เรียนวิชาการโปรแกรมหุ่นยนต์ แบ่งเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยการใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพแบบยืดหยุ่น จำนวน 11 คน และกลุ่มที่เรียนด้วยการใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพแบบคงที่ จำนวน 12 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) แบบทดสอบความรู้พื้นฐานก่อนเรียนในวิชาการโปรแกรมหุ่นยนต์ 2) แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ที่ในวิชาการโปรแกรมหุ่นยนต์ 3) แบบทดสอบการแก้ปัญหาในวิชาการโปรแกรมหุ่นยนต์ 4) แบบประเมินการทำโครงงานหุ่นยนต์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ 1. นักเรียนทั้งสองกลุ่มที่เรียนด้วยการเสริมศักยภาพแบบยืดหยุ่นและแบบคงที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการเสริมศักยภาพแบบยืดหยุ่นและแบบคงที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .052. นักเรียนทั้งสองกลุ่มที่เรียนด้วยการเสริมศักยภาพแบบยืดหยุ่นและแบบคงที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการเสริมศักยภาพแบบยืดหยุ่นและแบบคงที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สหพล เลิศวิริยะไพศาล และคณะ (2559) งานวิจัยนี้เป็นพัฒนาระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์บนแผนที่ที่กำหนดให้ ด้วยสมาร์ตโฟน ซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ระบบควบคุมทำงานผ่าน บลูทูธและประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีของโดร์สตรา คำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุดสำหรับหุ่นยนต์ ให้เคลื่อนที่ไปตามแผนที่ ในการดำเนินงานข้างต้น ผู้ใช้งานจะต้องควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยใช้โปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ตโฟน ข้อมูลการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะถูกส่งผ่านอุปกรณ์บลูทูธไปยังบลูทูธโมดูลที่ติดตั้งอยู่บนบอร์ดอาดูโน่บนหุ่นยนต์ จากนั้น บอร์ดอาดูโน่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับ แล้วทำการส่งสัญญาณไปยังโมดูลขับ มอเตอร์ เพื่อให้โมดูลขับมอเตอร์ควบคุมทิศทางเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์บนแผนที่ต่อไป ผลของการวิจัยนี้เพื่อพัฒนาการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์แบบเป็นขั้นตอนวิธี โดยที่ผู้ควบคุมหุ่นยนต์จะต้องสร้างชุดคำสั่งระบุทิศทางเคลื่อนที่ของ

หุ่นยนต์บนแผนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุดผ่านโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ตโฟน หากผู้ควบคุมต้องการประมวลผลชุดคำสั่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ทำได้โดยกดปุ่มเริ่ม (START) และในการเฉลยเส้นทางที่ถูกต้องหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติจาก จุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุด ด้วยเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรา นอกจากนั้นผู้ใช้งานยังสามารถกำหนดค่าน้ำหนักบนแผนที่ได้อีกด้วย

Goldman, Eguchi and Sklar (2004 อ้างถึงในสุปรีย์ บุรณะกนิษฐ, 2556) ได้วิจัยเกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษาหุ่นยนต์ ด้วยเทคโนโลยีในการสอนฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียนแห่งหนึ่งที่เมืองนิวยอร์ก ตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หลักสูตรหุ่นยนต์ โดยแบ่งเป็น 2 โครงการ โครงการที่หนึ่ง ใช้เวลาเรียน 5 สัปดาห์ มีนักเรียน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 12 คน รวมทั้งหมด 24 คน ใช้เวลาเรียน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เรียนครั้งละ 1 1/2 ชั่วโมง วัตถุประสงค์ในการเรียนเพื่อเพิ่มจำนวนผู้เข้าเรียนต่อในมหาวิทยาลัยในสาขาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ และผู้ที่เตรียมตัวประกอบอาชีพซึ่งมีใบรับรองวุฒิให้ โครงการที่สอง ใช้เวลาในการเรียน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง มีนักเรียนประมาณ 20 คน จุดประสงค์ของหลักสูตรนี้ ต้องการพัฒนาหลักสูตรโดยเฉพาะ คอมพิวเตอร์ กระบวนการในการพัฒนาหลักสูตร แบ่งได้เป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ 1) การสร้าง (Construction) 2) การเขียนโปรแกรม (Programming) และ 3) การนำไปใช้ (Application) วิธีการในการวิจัยครั้งนี้ ใช้การสำรวจโดยสำรวจก่อนและหลัง ทำงาน เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา กระบวนการทางปัญญา และระดับความสนใจในวิชา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีหุ่นยนต์ รวมไปถึงการให้ผลย้อนกลับ เป็นการประเมินโครงการ ไปพร้อม ๆ กัน การอภิปราย การให้ feedback และการทำ Workshop โดยใช้ เว็บไซต์ออนไลน์ ผลการวิจัยพบว่า การวิจัยนี้ขาดความเที่ยง (Reliability) เพราะกลุ่มตัวอย่างน้อยมาก แต่ยังมีผู้สนใจมาลงทะเบียนตลอดเวลาทั้งสองโครงการ และการเรียนประสบความสำเร็จ การทำโครงการ หุ่นยนต์เป็นหนึ่งในโครงการที่นักเรียนสนใจหาประสบการณ์ และต้องการ feedback ทันทิมากกว่าที่ จะรอคำถามจาก Pre and Post โดยตรง นอกจากนี้ยังพบว่า การแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 คน จะดีที่สุด แต่นักเรียนยังกล่าวว่าตนเองขาดความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับหุ่นยนต์ ซึ่ง จะต้องช่วยโดยจัดหาพี่เลี้ยงให้ และความยากที่สุดของการวิจัยครั้งนี้ คือ การให้ความยินยอมจากพ่อ แม่และผู้ปกครองในการร่วมวิจัย

Barak (2009) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับโครงการหุ่นยนต์ การเรียนความคิดทางด้านวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหา วิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพโดยทำ Lego mindstorm ในโรงเรียนมัธยมศึกษาในระดับชั้นตอนต้นที่ศูนย์การศึกษาฮาลอน เป็นวิทยาลัยที่สอนทางวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรที่เรียนใช้เวลาประมาณ 15 สัปดาห์สอนสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง โดยครูต้องมีประสบการณ์ด้านการสอนทำหุ่นยนต์อย่างน้อย 5 ปีการวิจัยนี้ดำเนินการเป็นเวลา 3 ปีนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ทดลองใช้เวลา 3 ปี ในปีแรกนักเรียนทั้งหมด 80 คนเป็นหญิง 38 คน ปีที่ 2 เป็นนักเรียนทั้งหมด 76 คนหญิง 29 คนและ ในปีที่ 3 นักเรียนทั้งหมด 116 คนเป็นหญิง 68 คน ในปีนี้มีนักเรียนปีที่ 1 และปีที่ 2 เข้ามาเรียนในวิชาชั้นสูงแต่นักเรียนปีที่ 3 เข้ามาเรียนในวิชาพื้นฐานของปีที่ 1 ด้วย คำถามการวิจัยเรื่องนี้มี 3 คำถามได้แก่ 1) ทำอย่างไรจึงจะแก้ปัญหาของหุ่นยนต์ให้ทันเวลา 2) ความรู้ชนิดใดที่นำมาใช้ในการทำโครงงานหุ่นยนต์และ 3) ทำอย่างไรให้การสอนนอกระบบที่เป็นอยู่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการแก้ปัญหาให้ได้ประโยชน์ได้มาก การรวบรวมข้อมูลในการวิจัยใช้วิธีสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล และรายกลุ่ม โดยใช้การสังเกตในชั้นเรียน สิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้นคือ หุ่นยนต์ การแก้ปัญหา การวิเคราะห์ที่ตรงตรงขณะทำงาน การสะท้อนความคิดของตนในแต่ละโครงงานรวมทั้งการเขียนรายงาน การประชุม อภิปราย ถ่ายภาพวิดีโอ เก็บบันทึกไว้ไฟล์คอมพิวเตอร์ เป็นการเรียนเนื้อหา เป็นความรู้ในการปฏิบัติ ในปีที่ 2 เรียนรู้ลักษณะวิธีการต่างๆเตรียมงานในการสร้างหุ่นยนต์รวมทั้งหน้าที่ส่วนประกอบที่ต่าง ๆ ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ กลศาสตร์ ชีววิทยา คณิตศาสตร์ เป็นต้น เรียนให้เข้าใจลึกซึ้งถึงส่วนต่าง ๆ ที่จะประกอบเป็นหุ่นยนต์ ในปีที่ 3 เป็นการประกอบหุ่นยนต์และแก้ปัญหาที่พบขณะประกอบหุ่นยนต์เตรียมรายงานการปฏิบัติการสร้างหุ่นยนต์ จัดอภิปรายสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนนักเรียน ครู ผู้ปกครอง และผู้บริหาร เพื่อให้ได้ข้อคิด จากการวิจัยพบว่า ได้ผลิตหุ่นยนต์ขนาดเล็กที่ทำด้วย Lego mindstorm ที่มีคุณภาพ โดยใช้ความรู้ 3 อย่างที่เรียนมาประกอบกัน ด้วยความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย สิ่งที่ทำต่อมา คือ ได้หุ่นยนต์ที่สามารถวิ่งบนทางโค้งได้ และได้หุ่นยนต์วิ่งลูกบอลลงตะกร้า ปัญหาที่พบในงานวิจัยนี้ คือ การป้องกันไม่ให้หุ่นยนต์ล้ม และหุ่นยนต์วิ่งถอยหลังเมื่อไต่ขึ้นทางโค้งที่ นักเรียนต้องแก้ไขให้สำเร็จ โดยสรุปการวิจัยนี้ตอบคำถามวิจัยได้ทั้ง 3 ข้อ ช่วยให้เข้าใจในการทำโครงงานประหยัดเวลาและแรงงานได้รับความรู้และกิจกรรมจากการกระทำมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหาที่ใช้การท่องจำ

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาสังเคราะห์ เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ สรุปได้ว่า โปรแกรมหุ่นยนต์ หมายถึง สารระการการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้เรียนเกี่ยวกับหุ่นยนต์ ตั้งแต่เรียนรู้ทฤษฎีพื้นฐาน การประกอบชิ้นส่วนของหุ่นยนต์ ตลอดจนการเขียนชุดคำสั่งควบคุมให้หุ่นยนต์ทำงานซึ่งเป็นแบบอัตโนมัติ ตามสถานการณ์ที่ครูกำหนด โดยทำการเขียนชุดคำสั่งผ่านโปรแกรม Arduino ด้วยภาษาซีเบื้องต้น

## ตอนที่ 4 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving)

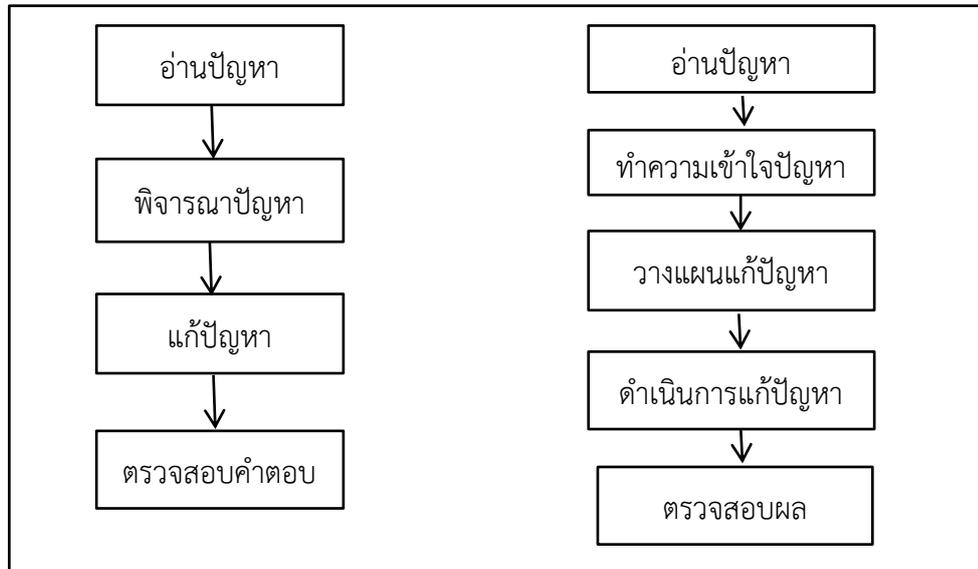
### 4.1 ความหมายของการแก้ปัญหา

ในการจัดการเรียนรู้ไม่ว่าจะเป็นรายวิชาใด นอกจากจะมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจที่สามารถประเมินผลได้ชัดเจนด้วยการทดสอบผลสัมฤทธิ์แล้วนั้น ยังมุ่งเน้นให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาควบคู่ไปด้วย โดยการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดแทรกทักษะในการแก้ปัญหาไปพร้อม ๆ กับการสอนในด้านเนื้อหาวิชาการ แม้ว่าจะไม่มีการประเมินผลที่ชัดเจนในปัจจุบัน แต่เป็นการปลูกฝังและพัฒนาความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เป็นไปด้วยกัน ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาตนเองและสังคมในระยะยาว เนื่องจากเป็นความรู้และประสบการณ์ที่นักเรียนสามารถนำสิ่งที่ได้นั้นไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ต่อไป

ถ้ากล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหา โดยทั่วไปคนส่วนใหญ่จะเข้าใจตรงกันว่า คือ การเผชิญกับอุปสรรคหนึ่ง ๆ แล้วทำการคิดหาวิธีการหรือแนวทางเพื่อนำมาปฏิบัติจัดการกระทำ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้อาจมีทั้งสมหวังและผิดหวัง ทั้งนี้การแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์นั้นคือประสบการณ์ที่แต่ละคนสั่งสมมาไม่เท่ากัน การแก้ปัญหาจึงถือเป็นความสามารถของแต่ละบุคคล และจากการศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า การแก้ปัญหา คือ ความสามารถที่เป็นทักษะพื้นฐานของแต่ละบุคคลที่สามารถพัฒนาได้ ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลจะเพิ่มขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคล ๆ นั้นมีความพยายาม มุ่งมั่นในการหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาลงมือ การรวบรวมประสบการณ์ที่เคยเผชิญ มาเป็นทางเลือกแล้วประเมินตัดสินใจใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ให้หมดไป (Osborn, 1953; สิทธิชัย ชมพูพาทย์, 2554; เสมอกาญจน์ โสภณศิริรักษ์, 2557)

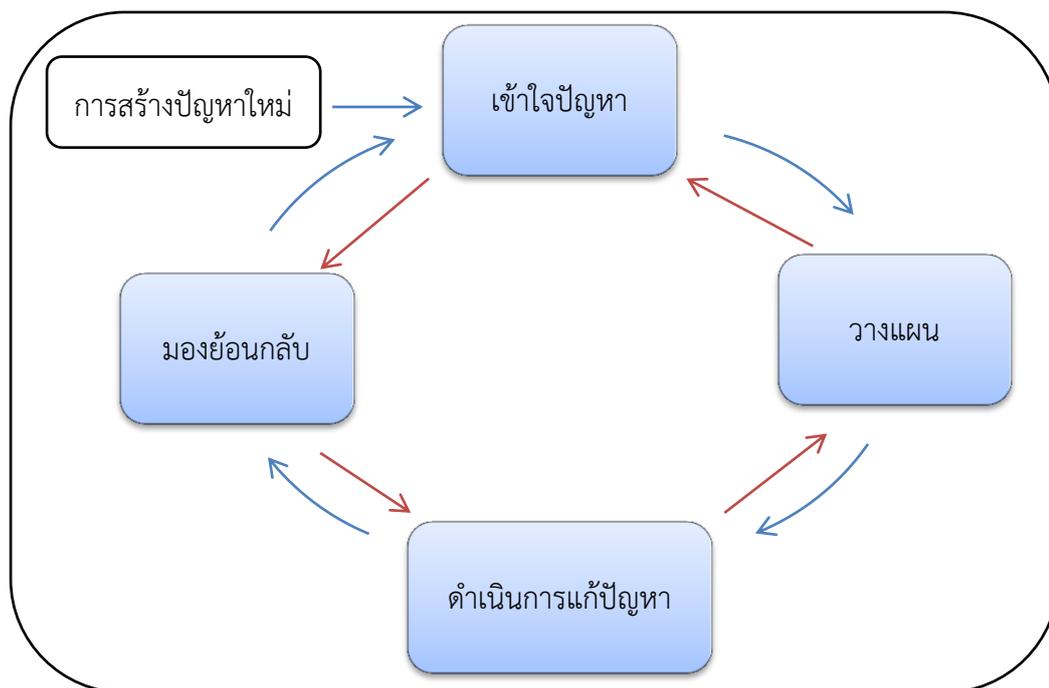
#### กระบวนการแก้ปัญหา

ถ้ากล่าวถึงกระบวนการในการแก้ปัญหานั้น Wilson (1993) ได้กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหา โดยทั่วไป มักจะนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นแบบเชิงเส้น ดังแผนภาพที่ 2.3



แผนภาพที่ 2.2 การแก้ปัญหาแบบเชิงเส้น

วิลสันมีความเห็นว่ารูปแบบการแก้ปัญหาแบบเชิงเส้นนี้ยังมีข้อบกพร่อง เนื่องจากการแก้ปัญหาต้องมีการดำเนินการตามขั้นตอนในลักษณะเชิงเส้นเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงนั้นในกระบวนการแก้ปัญหาเมื่อผู้แก้ปัญหาคำความเข้าใจปัญหา และวางแผนแก้ปัญหาแล้ว อาจมีความจำเป็นที่จะต้องย้อนกลับมาพิจารณาปัญหาเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาให้มากขึ้น หรือเมื่อวางแผนแก้ปัญหาแล้ว แต่ขณะที่ได้ลงมือแก้ปัญหา อาจพบว่าไม่สามารถจะทำตามแผนได้ก็จะต้องย้อนกลับมาวางแผนใหม่อีกครั้ง ดังนั้นจึงได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนในลักษณะพลวัตร (dynamic) และแสดงเป็นวัฏจักร (Cycle)



แผนภาพที่ 2.3 กรอบงานที่เน้นพลวัตรและเป็นวัฏจักร ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกิดโดยธรรมชาติ

การแก้ปัญหาประสบผลสำเร็จนั้น ผู้แก้ปัญหาต้องมีความเข้าใจปัญหาแล้วใช้ความคิดพิจารณาวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อหาแนวทางวิธีการแก้ปัญหานั้น ๆ ที่เหมาะสม ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยพบว่า องค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลให้การแก้ปัญหานั้นเกิดประสิทธิภาพ คือ ความคิด จึงพบว่า การแก้ปัญหามักเกิดไปพร้อม ๆ กับความคิดสร้างสรรค์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### 4.2 ความหมายของการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการจากมุงคิดค้นหาคำตอบ เริ่มด้วยการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา อาจมีทั้งวิธีที่ลงมือกระทำแล้วประสบผลสำเร็จหรือลงมือกระทำแล้วล้มเหลว ทั้งนี้ผู้แก้ปัญหาก็ต้องประเมินเลือกวิธีที่เหมาะสมกับปัญหานั้น ๆ แต่การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์มีความแตกต่างจากการแก้ปัญหาปกติคือ มีการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ เป็นการคิดคล่อง คิดริเริ่ม คิดยืดหยุ่น และคิดละเอียดละออ มีระบบแบบแผน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา, 2537; ศศิรัศม์ สริกขานนท์, 2540; สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ, 2535; สิทธิชัย ชมพูพาทย์, 2554)

### 4.3 ความเป็นมา แนวคิดและกระบวนการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เกิดจากแนวความคิดของ Alex Osborn ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่จะหาวิธีการใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ในสถานการณ์ใหม่ ๆ โดยมีความเชื่อว่าทุกคนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ และตัดสินใจโดย จึงถือได้ว่า Alex Osborn เป็นผู้คิดค้นกระบวนการแก้ไขปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ในหนังสือชื่อว่า Wake up Your mine ซึ่งมีกระบวนการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทั้งหมด 7 ขั้น ดังนี้ (Osborn, 1953)

1. **สำรวจปัญหา (Orientation)** คือสามารถระบุประเด็นปัญหาได้
2. **เตรียมความพร้อม (Preparation)** เกี่ยวกับปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
3. **วิเคราะห์ปัญหา (Analysis)** เป็นการวิเคราะห์ คิดพิจารณา และแจกแจงข้อมูล
4. **ตั้งสมมติฐาน (Hypothesis)** เป็นขั้นพิจารณาอย่างรอบคอบและหาทางเลือกที่เป็นไปได้ไว้หลายทาง
5. **ศึกษาปัญหาที่แท้จริง (Incubation)** เป็นขั้นของความคิด เมื่อเกิดความคิดบางอย่างขึ้นมาแล้วทำให้ความคิดนั้นชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งใช้หลักของการเชื่อมโยง
6. **สังเคราะห์ปัญหา (Synthesis)** เป็นการนำส่วนต่าง ๆ ของความคิดมารวมกันซึ่งบางครั้งเกิดในขั้นของการครุ่นคิดได้
7. **พิสูจน์สอบทานความจริงที่มีผลกระทบต่อปัญหาในหลากหลายมิติ (Verification)** เป็นการคัดเลือกจากคำตอบที่มีประสิทธิภาพที่สุด

Alex Osborn นำกระบวนการ 7 ขั้นตอน ไปประยุกต์ใช้ในด้านโฆษณาและการศึกษาและออกหนังสือ Applied Imagination ฉบับปรับปรุงในปี 1963 แก้ไขกระบวนการทั้ง 7 ขั้นตอนให้เหลือเพียง 3 ขั้นตอนดังนี้

1. **ค้นหาข้อเท็จจริงของปัญหา (Fact Finding)** มี 2 องค์ประกอบ คือ การกำหนดปัญหาและการเตรียมความพร้อม
2. **ค้นหาแนวความคิดที่เกี่ยวข้องในมิติต่าง ๆ (Idea Finding)**
3. **ค้นหาหนทางแก้ไขปัญหา (Solution Finding)** ประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3

ประการ คือ

- 1) การประเมินทางเลือกกว่าทางเลือกแต่ละแนวทางการแก้ไขนั้นสามารถใช้ได้จริงหรือไม่อย่างไร
- 2) การตัดสินใจเลือกทางที่จะเกิดมีประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพสูงสุดในสภาวะการณ์นั้น เรียกว่า “การนำมาใช้” (Adoption)

ปี 1967 ได้เกิด **Osborn Parnes Model** เป็นขั้นตอน 5 ขั้นตอนของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ดังนี้

**1. ค้นหาข้อเท็จจริงของปัญหา (Fact Finding)** ในขั้นนี้เมื่อเกิดปัญหาทำให้เกิดความวิตกกังวลต้องรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ทราบว่าปัญหานั้นคืออะไร มีปัญหามากน้อยเพียงใด

**2. ค้นหาปัญหา (Problem Finding)** เมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาแล้วในขั้นนี้จะพิจารณาถึงประเด็นปัญหาหลาย ๆ ด้าน และผูกเป็นคำถามที่สำคัญ ที่จะนำมาแก้ไข

**3. ค้นหาแนวความคิดที่เกี่ยวข้องในมิติต่าง ๆ (Idea Finding)** ในขั้นนี้เป็นการระดมความคิดเพื่อหาวิธีการที่จะแก้ปัญหาคำถามที่เลือกไว้ออกมาให้ได้มากที่สุด โดยยังไม่มีประเมินความเหมาะสมในขั้นนี้

**4. ค้นหาหนทางแก้ไขปัญหา (Solution Finding)** ในขั้นนี้เป็นขั้นพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีการที่หามาได้ในขั้นที่ 3 โดยจะต้องหาหลักเกณฑ์ในการเลือก เมื่อได้เกณฑ์ที่เหมาะสมแล้ว นำเกณฑ์นั้นไปพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

**5. ค้นหาแนวทางที่ยอมรับได้ (Acceptance Finding)** เป็นการนำเอาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากขั้นที่ 4 มาพิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ได้จริง รวมทั้งการเผยแพร่ความคิดนั้นให้ผู้อื่นลงปฏิบัติเพื่อให้เป็นที่ยอมรับ

**ทฤษฎีของทอร์เรนซ์ (Torrance)** จากแนวคิดในทฤษฎีนี้ ความคิดสร้างสรรค์ คือ การแสดงออกของพฤติกรรม ความรู้สึกจากการเห็นปัญหา การรวบรวมความคิดต่าง ๆ เพื่อตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน ตลอดจนการเผยแพร่ผลสรุปที่ได้ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ทำให้แนวคิดทฤษฎีของทอร์เรนซ์ เรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาอย่าง (The creative problem solving process) ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้ (Torrance, 1974)

1. **พบความจริง (Fact-finding)** การพบความจริงคือขั้นแรกที่จะเกิดความรู้สึกกังวลใจ และมีความสับสนวุ่นวายในจิตใจตามมา จากจุดนี้พยายามตั้งสติ คิดกำหนดสิ่งที่ทำให้กังวลใจว่าสิ่งเหล่านั้นคืออะไร
2. **ค้นพบปัญหา (Problem-finding)** เป็นสิ่งที่เกิดต่อจากขั้นที่ 1 เมื่อได้พิจารณาจนรอบคอบแล้วจึงลงข้อสรุปว่าความกังวลใจหรือความสับสนวุ่นวายในใจนั้นก็คือ การมีปัญหาเกิดขึ้นนั่นเอง
3. **ตั้งสมมติฐาน (Idea-finding)** ขึ้นต่อจากขั้นที่ 2 เมื่อรู้ว่าปัญหาเกิดขึ้นแล้ว ก็จะพยายามคิดและตั้งสมมติฐานขึ้นและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานต่อไป
4. **ค้นพบคำตอบ (Solution-finding)** เป็นการพบคำตอบจากการทดสอบ สมมติฐานในขั้นที่ 3
5. **ยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance-finding)** เป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่าจะแก้ปัญหาให้สำเร็จได้อย่างไร จากการค้นพบจะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไป

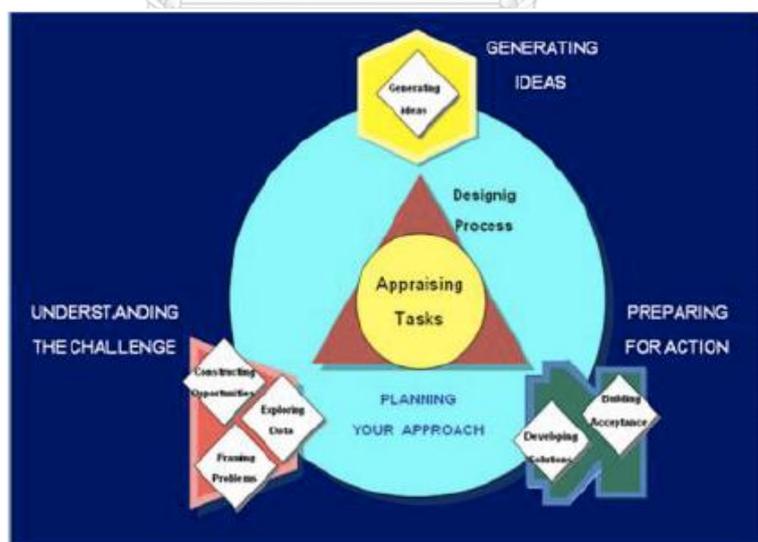
Davis ได้กล่าวถึงกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ตามที่มีลูนีเพื่อการศึกษาคิดคิดสร้างสรรค์ (The Creative Education Foundation) ใช้อยู่ในปัจจุบันโดยเรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กระบวนการนี้จะเริ่มต้นด้วยการมีปัญหาที่เรียกว่า ความยุ่งเหยิง (Mess) กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แบ่งออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้ (Davis, 1983; อ้างถึงใน สุนัชชา ศุภธรรมวิทย์, 2556)

1. **ค้นหาความจริง (Fact finding)** ในขั้นนี้เมื่อเกิดปัญหาทำให้เกิดความวิตกกังวล ก็ต้องพยายามหาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ทราบว่าเป็นปัญหานั้นคืออะไร
2. **ค้นหาปัญหา (Problem finding)** จากขั้นที่ 1 เมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาแล้วในขั้นนี้จะพิจารณาถึงมูลเหตุและแนวทางที่เป็นไปได้ โดยคิดถึงความเป็นไปได้หลาย ๆ แนวทางให้ได้มากที่สุด จากนั้นนำแนวทางทั้งหมดมาคัดเลือกหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดเพียง 1 หรือ 2 แนวทาง แล้วตั้งเป็นประเด็นปัญหาเพื่อค้นหาวิธีการแก้ไขต่อไปในขั้นที่ 3
3. **ค้นหาความคิด (Idea finding)** เมื่อได้ประเด็นปัญหาจากขั้นที่ 2 แล้ว ในขั้นนี้จะเป็นการระดมความคิดเพื่อหาวิธีการที่จะแก้ปัญหาตามประเด็นที่ตั้งไว้ออกมาให้ได้มากที่สุดอย่างอิสระ โดยยังไม่มีประเมินความเหมาะสมในขั้นนี้

4. **ค้นหาคำตอบ (Solution finding)** ในขั้นนี้เป็นขั้นตอนของการพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีการที่หาได้ในขั้นที่ 3 โดยเริ่มแรกจะต้องหาหลักเกณฑ์ในการเลือก เช่น ความประหยัด ความรวดเร็ว เป็นต้น เมื่อได้หลักเกณฑ์ที่เหมาะสมแล้วจึงนำหลักเกณฑ์นั้นไปพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

5. **ค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ (Acceptance finding)** ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำเอาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากขั้นที่ 4 มาพิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ได้จริง รวมทั้งการเผยแพร่ความคิดนั้นให้ผู้อื่นลองปฏิบัติเพื่อเป็นที่ยอมรับ

**Donnale J. Treffinger** ถือเป็นโมเดลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ฉบับล่าสุด คือ ฉบับ 6.1 ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับบุคคลในการใช้ทักษะการคิดทั้ง ทักษะความคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปอย่างกลมกลืนกัน เพื่อทำความเข้าใจในสิ่งที่ท้าทายและโอกาสที่ดีที่ทำให้เกิดความคิดใหม่ขึ้น และพัฒนาวางแผนสำหรับการแก้ปัญหอย่างมีประสิทธิภาพ โดย CPS ฉบับ 6.1 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก 6 ขั้นตอนย่อย เป็นแบบแผนที่มีความยืดหยุ่นและเหมาะสมกับทุกสภาพปัญหา (S. G. Isaksen, Dorval, K. B., & Treffinger, D. J., 2011; S. G. Isaksen, Dorval, K. B., and Treffinger, D. J., 1994; Treffinger, 2004; อ้างถึงในพรสวรรค์ วงศ์ดารธรรม, 2558)



แผนภาพที่ 2.4 กระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์

ฉบับ 6.1 (CPS Version 6.1)

กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามโมเดลที่ได้พัฒนาขึ้นโดย Isaksen, Dorval และ Treffinger สามารถแบ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาได้ 4 ขั้นตอนหลัก 8 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

## 1. ทำความเข้าใจปัญหา (Understand the challenge)

1.1 สร้างสรรค์โอกาส (Constructing opportunities) มองหาโอกาสที่เป็นประโยชน์และเป็นผลดีกับเป้าหมาย โดยการพิจารณาโอกาสที่เป็นไปได้และท้าทาย และการระบุเป้าหมายที่สร้างสรรค์

1.2 สำรวจข้อมูล (Exploring data) ค้นหาองค์ประกอบหลักของปัญหา โดยรวบรวมแหล่งของข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่ง และจากมุมมองที่แตกต่างกันเพื่อเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาจะทำให้สามารถเข้าใจปัญหามากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้แก้ปัญหาไม่ไขว่เขวในการเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมาย และสถานการณ์ที่เป็นอยู่

- ขั้นนี้ต้องตั้งคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลคือ ใคร อะไร ที่ไหน อย่างไรและทำไม เพื่อให้ได้ความกระจ่างเกี่ยวกับสภาพบริบทของปัญหา

- ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหามองหาข้อมูลและพยายามจำแนกประเภทหรือจับกลุ่มข้อมูล (convergent) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพต่อการแก้ปัญหามากที่สุด

1.3 โครงร่างของปัญหา (Framing problems) พิจารณาคิดค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด แล้วเลือกปัญหาที่สำคัญที่สุด เพื่อตัดสินใจว่าปัญหาใดคือ ปัญหาที่แท้จริงที่ต้องนำมาแก้ไข เพื่อใช้ในการค้นหาวิธีแก้ไขปัญหาต่อไปในขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่ต้องพยายามคิดแบบอเนกนัย (Divergent) โดยเฉพาะคำถามต้องถามในลักษณะเชิงบวก ซึ่งกระตุ้นการตอบ เช่น แนวทางที่ควรจะเป็นคืออะไร

## 2. รวบรวมความคิด (Generating ideas)

2.1 สร้างแนวคิด (Generating Ideas) เป็นการค้นหาและสร้างแนวคิดที่ต้องใช้ความคิดแบบอเนกนัย (Divergent) ซึ่งต้องการ

- ความคิดคล่องแคล่ว คือ คิดหาคำตอบให้ได้ปริมาณมาก
- คิดยืดหยุ่น คือ การคิดได้หลาย ๆ รูปแบบ
- คิดริเริ่ม คือ คิดแปลกใหม่ ไม่ธรรมดา ไม่ซ้ำใคร
- ความคิดละเอียดลออ คือ คิดให้ได้รายละเอียดสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

## 3. เตรียมก่อนลงมือ (Preparing for action)

3.1 สร้างแนวทางแก้ไขปัญหา (Developing solutions) ประยุกต์ใช้กลยุทธ์ และเครื่องมือในการวิเคราะห์ พัฒนา และปรับปรุงแนวทางที่มีแนวโน้มมีความเป็นไปได้ให้กลายเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่ใช้ได้

3.2 สร้างการยอมรับ (Building acceptance) การหาข้อสนับสนุนกับแนวทางการแก้ไขปัญหาและวางแผนวิธีการที่จะดำเนินการ พร้อมทั้งประเมินผลลัพธ์และประสิทธิผลจากแนวทางการแก้ไขปัญหาคัดเลือกแนวทางการแก้ปัญหานั้นต้องพิจารณาจากบุคคล สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ หรือเวลาที่จะช่วยสนับสนุนให้แผนการดำเนินงานบรรลุวัตถุประสงค์ หากผู้แก้ไขปัญหามิพิจารณาด้านทรัพยากรที่เอื้อต่อการแก้ไขปัญหาก่อนก็อาจเป็นอุปสรรคในการที่จะดำเนินการแก้ปัญหาต่อไป

#### 4. วางแผนการดำเนินการ (Planning your approach)

4.1 ประเมินภารกิจ (Appraising tasks) เป็นการสำรวจวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาว่ามีความสอดคล้องกับเป้าหมายหลักหรือไม่

4.2 ออกแบบวิธีการ (Designing process) เป็นขั้นในเชิงองค์ความรู้ ที่มีเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เพื่อกำหนดเครื่องมือ หรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดเพื่อช่วยให้เราบรรลุเป้าหมาย

สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ได้ทำการวิจัยสังเคราะห์แนวคิดการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของนักวิชาการทั้งในและต่างประเทศ และได้สรุปเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

**1. เข้าถึงปัญหา** คือ การทำความเข้าใจ ทำความรู้จักกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา โดยศึกษารายละเอียดของสถานการณ์อย่างรอบด้าน เพื่อระบุปัญหาที่จะต้องแก้ไข สืบหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูล กำหนดกรอบของปัญหา ประกอบด้วย

1.1 เห็นความสำคัญคือ ระบุและอธิบายความสำคัญของปัญหาทั้งในความคิดของตนเองและผู้อื่น รวมถึงมีความคิดที่เหมาะสมต่อปัญหา

1.2 สืบหาข้อมูลคือการสืบหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์อย่างรอบด้าน

1.3 ระบุปัญหาคือการตัดสินใจว่าปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมดนั้นปัญหาใดคือปัญหาที่แท้จริงที่ต้องนำมาแก้ไข และมีความคิดที่เหมาะสมต่อการแก้ปัญหา

**2. คิดวิธีการแก้ปัญหา** คือ การใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการหาวิธีแก้ปัญหามากที่สุด โดยไม่มีการตัดสินว่าความคิดที่ผิดหรือถูก ยึดปริมาณของความคิดว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการแก้ปัญหา รวมถึงการสร้างวิธีการแก้ปัญหาใหม่จากวิธีการเดิมที่มี

**3. เลือกและเตรียมการ** คือ การประเมินวิธีการแก้ปัญหาคัดเลือกวิธีที่สร้างขึ้นจนได้วิธีที่ดีที่สุด จากนั้นจึงพิจารณาสิ่งสนับสนุนและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหาและการวางแผนใหม่โดยมีขั้นตอนได้แก่

3.1 เลือกวิธีการแก้ปัญหา โดยการสร้างเกณฑ์คัดเลือกวิธีแก้ปัญหที่ดีที่สุดทำการประเมินวิธีการแก้ปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหา

3.2 คาดการณ์ผลกระทบ เป็นการระบุสิ่งสนับสนุนและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหา ระบุทรัพยากรที่ใช้ในการแก้ปัญหา

**4. วางแผนการแก้ปัญหา** คือ การวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการประกันความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา ตรวจสอบ ติดตาม ปรับปรุงกิจกรรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหาโดยใช้ความสามารถและข้อจำกัดของบุคคล บริบท เงื่อนไข ทรัพยากร และอุปสรรค ซึ่งมีขั้นตอนคือ

4.1 ประเมินทรัพยากร คือการระบุแนวทางและทรัพยากรที่ต้องการในการแก้ปัญหา 4.2 ออกแบบกระบวนการ เป็นการวางขั้นตอนและกิจกรรมการแบ่งหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มพร้อมกับระบุขั้นตอนการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพ

**5. ลงมือปฏิบัติ** คือ การนำแผนที่วางไว้ไปปฏิบัติจริง การกำกับและติดตามการแก้ปัญหา เปรียบเทียบกับผลลัพธ์หรือเป้าหมายที่วางไว้ มีการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหา เมื่อเป็นไปตามที่วางแผนไว้ก็ให้การเสริมแรงตนเอง ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย

5.1 ลงมือปฏิบัติเป็นการลงมือปฏิบัติตามแผน สังเกต และสะท้อนและปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหา

5.2 เผชิญปัญหา คือการจัดการกับความรู้สึกของตนเองระหว่างการแก้ปัญหา ประกอบด้วยการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของตน เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การควบคุมตนเองและเสริมแรงตนเอง

## ตารางที่ 2.4 สังเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

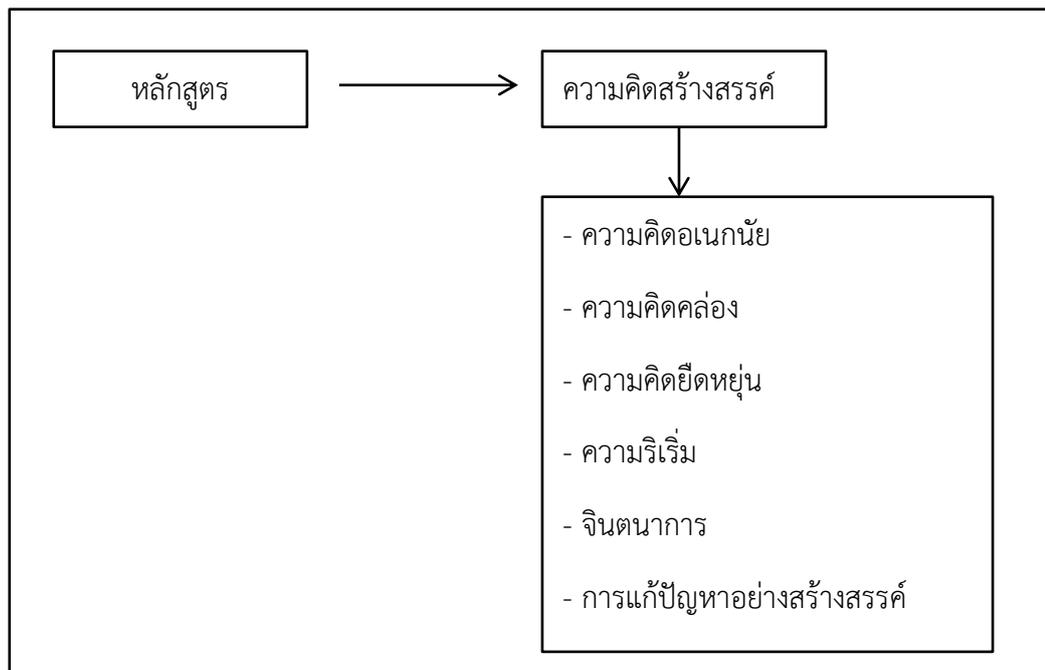
Osborn (1953)	Torrance (1974)	Davis (1983)	Treffinger (2004)	สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554)	ผู้วิจัย
1. ค้นหา ข้อเท็จจริงของ ปัญหา	1. พบ ความจริง	1. ค้นหา ความจริง	1. ทำความเข้าใจ ปัญหา	1. เข้าถึง ปัญหา	1. ทำความ เข้าใจปัญหา
2. ค้นพบ ปัญหา	2. ค้นหา ปัญหา	2. ค้นหา ปัญหา	2. รวบรวม ความคิด	2. คิดวิธีการ แก้ปัญหา	2. จำลอง ความคิด
3. ค้นหา แนวความคิดที่ เกี่ยวข้อง	3. ตั้งสมมติฐาน	3. ค้นหา ความคิด	3. เตรียมก่อนลง มือ	3. เลือกและ เตรียมการ	3. ตัดสินใจ เพื่อ ดำเนินการ
4. ค้นหา หนทางแก้ไข ปัญหา	4.ค้นพบ คำตอบ	4. ค้นหา คำตอบ	4. วางแผนการ ดำเนินการ	4. วาง แผนการ แก้ปัญหา	4. สนับสนุน คำตอบ
5. ค้นหา แนวทางที่ ยอมรับได้	5. ยอมรับ ผลจากการ ค้นพบ	5. ค้นหา คำตอบที่ เป็นที่ ยอมรับ		5. ลงมือ ปฏิบัติ	

### 4.4 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

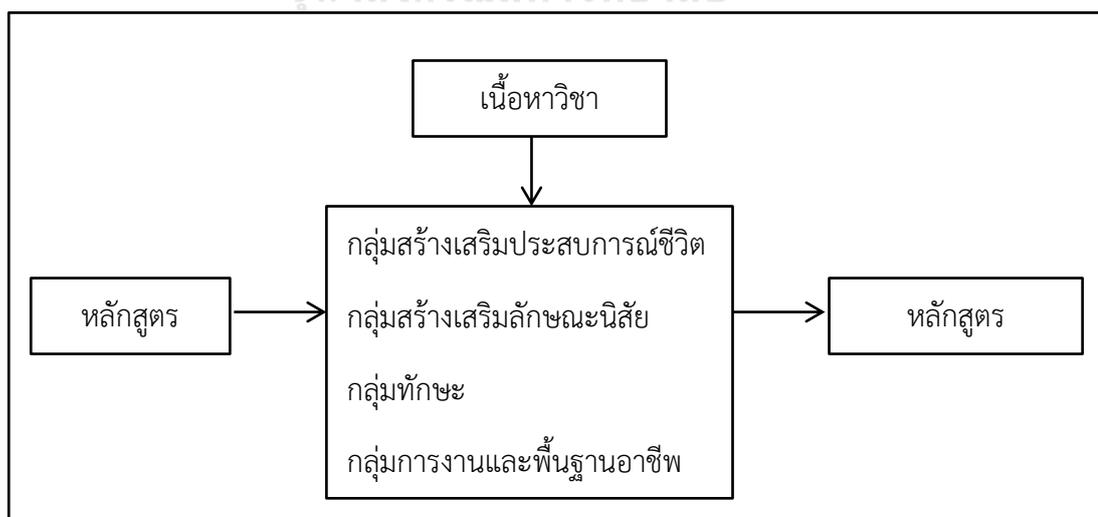
การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สามารถทำได้หลายวิธี แต่แบ่งออกเป็น 2 วิธีหลัก ๆ คือ

- 1) การสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยตรง เป็นการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาและกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ให้ผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 2) การสอนกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยการสอนแบบบูรณาการกับการสอนเนื้อหาวิชาตามหลักสูตรปกติ (สมศักดิ์ ภาวิภาดาพรรณ, 2537) แสดงในแผนภาพดังนี้

1. การพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยตรง



2. การพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยการสอนแบบบูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาวิชาตามปกติ



แผนภาพที่ 2.5 การพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยตรงและบูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาวิชาตามปกติ

(สมศักดิ์ ภูวิภาดาจารย์, 2537 อ้างถึงใน ศศิรัศม์ สริกษานนท์, 2540)

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นกับแต่ละบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ขึ้นอยู่กับความปลอดภัยทางจิต และบรรยากาศที่สนับสนุนให้คิด (Osborn, 1953)

แนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. สอนให้เกิดจินตนาการ หรือใช้เทคนิคการสอนอย่างสร้างสรรค์
2. สอนใช้เด็กเรียนรู้การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ด้วยการกระทำ
3. สอนให้เด็กเรียนรู้วิธีระดมสมอง โดยมีจุดมุ่งหมายให้บุคคลมีความคิดหลายทิศทาง คิดได้มากในช่วงเวลาจำกัด

การจัดการเรียนรู้เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นแนวคิดหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยใช้ปัญหาหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนที่อาศัยความคิดสร้างสรรค์ และความคิดวิจารณ์ญาณ ในการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคล กระบวนการกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมมือกัน มีการบันทึก และการอภิปราย การสร้างความรู้หรือบรรลุจุดมุ่งหมายด้วยตนเอง และจัดกิจกรรมที่มีความสมดุลทั้งอารมณ์ และประสิทธิผลของการแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะประกอบไปด้วย 1) จุดมุ่งหมาย 2) หลักการและแนวปฏิบัติดังนี้ (สิทธิชัย ชมพูพาทย์, 2554)

**1. จุดมุ่งหมาย** กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียนโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ประกอบด้วย การคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การคิดวิจารณ์ญาณ การสืบค้นและรวบรวมข้อมูล กระบวนการกลุ่ม การบันทึก และการอภิปราย

**2. หลักการและแนวปฏิบัติของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์**

**2.1 ขั้นรับรู้ปัญหา** หลักการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนี้นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่แสดงถึงปัญหาหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้จากการกระตุ้นของครู มีการสร้างความท้าทายต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ในสถานการณ์นั้น นักเรียนมีความคิดที่เหมาะสมกับปัญหา ระบุปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์หรือเป็นเป้าหมายในการการจัดการเรียนรู้ในครั้งนั้นๆ ประเด็นสำคัญคือ การสร้างสถานการณ์ของครูที่จะต้องสามารถยก

สถานการณ์ที่นักเรียนได้ใช้ความรู้จากสาระการเรียนรู้ หรือตัวชี้วัดที่จะสอนมาเป็นปัญหาที่จะให้นักเรียนได้วิเคราะห์ และแก้ไข

### แนวปฏิบัติ

ครู: สร้างให้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ให้นักเรียน แล้วครูและนักเรียนตั้งคำถามต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยครูอาจจะให้ข้อมูลแก่นักเรียนเพื่อเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปสู่การระบุปัญหาที่แท้จริง (ซึ่งเป็นปัญหาที่จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้) ครูควรให้นักเรียนตั้งเป้าหมายในการแก้ปัญหาหรือระบุว่าต้องการเรียนรู้ในเรื่องใด ขั้นตอนนี้ครูต้องฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความคิด 2 ประการคือ 1) ความคิดสร้างสรรค์ ในการคิดเกี่ยวกับรายละเอียดของสถานการณ์ให้มาก ให้นักเรียนคิดแตกต่าง (ซึ่งครูอาจจะใช้คำถามว่าแล้วอย่างอื่นละ คนอื่นคิดอย่างไร ถามอย่างไร) รวมถึงการให้นักเรียนตั้งคำถามที่หลากหลาย และ 2) ความคิดวิจารณ์ญาณ โดยให้นักเรียนศึกษารายละเอียดของปัญหา และระบุปัญหาที่แท้จริง (ซึ่งอาจจะสร้างเกณฑ์ในการตัดสินว่าสิ่งใดเป็นปัญหาเช่น มุมมองของคนอื่น ความจำเป็นเร่งด่วน) ซึ่งปัญหาที่นักเรียนระบุมานั้นจะต้องมีลักษณะที่สามารถสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา หรือสามารถทดสอบสมมุติฐานได้

นักเรียน: แสดงออกโดยการตั้งคำถามที่มีต่อสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในกรณีที่สถานการณ์นั้นไม่ชัดเจน ฝึกการวิเคราะห์และคัดเลือกปัญหาที่ต้องแก้ อธิบายรายละเอียดและความสำคัญของสถานการณ์ วางเป้าหมายในการแก้ปัญหาหรือกำหนดเนื้อหาที่ต้องเรียนรู้และค้นคว้า

**2.2 ชั้นระดมความคิด** หลักการ การใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นในการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ การฝึกฝนความคิดสร้างสรรค์ทั้งรายบุคคลและใช้กระบวนการกลุ่ม จะทำให้สามารถฝึกความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างดี โดยจะต้องหลุดออกจากกรอบความเหมาะสม ความเป็นไปได้ก่อน

### แนวปฏิบัติ

ครู: ต้องฝึกความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาให้มากในระดับบุคคล และนำเสนอ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่ม คือ 1) ให้นักเรียนการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ครูจะกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามเช่น จากปัญหาที่นักเรียนพบ หรือ เป้าหมายงานของกลุ่มเราจะมีวิธีการแก้ปัญหาเพื่อไปให้ถึงจุดหมายอะไรบ้าง ถ้าไม่ใช้วิธีการนี้จะใช้วิธีการอื่นได้หรือไม่ แล้วถ้าคิดตรงกันข้ามกับวิธีนี้ละ หรือ ถ้าเราทำให้สะดวกขึ้น หรือทำให้เป็นขั้นตอนจะมีวิธีการอย่างไร 2) จัดกิจกรรมให้รวมวิธีการแก้ปัญหา ครูให้นักเรียนจะได้นำเสนอวิธีการ

แก้ปัญหาของตนเอง และรับฟังวิธีการแก้ปัญหาของเพื่อน จากนั้นคือนักเรียนจะสร้างวิธีการแก้ปัญหาใหม่ โดยการรวมจุดดีจุดเด่นของแต่ละวิธีเป็นวิธีการใหม่ของกลุ่ม

นักเรียน: ต้องคิดวิธีการแก้ปัญหาของตน แล้วเลือกและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้สมาชิกในกลุ่ม และแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม ช่วยกันสร้างวิธีการแก้ปัญหาใหม่ โดยการบูรณาการวิธีการแก้ปัญหาของตนให้เป็นที่ยอมรับของกลุ่ม อธิบายลักษณะการแก้ปัญหาของกลุ่ม พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลของการเลือกวิธีการแก้ปัญหา

**2.3 ขั้นวางแผน** หลักการ เมื่อนักเรียนได้คัดเลือกวิธีการแก้ปัญหาแล้ว การวางแผนแก้ปัญหาโดยการคิดว่า จะใช้อะไรในการดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาบ้าง และคาดว่าในระหว่างการแก้ปัญหาจะเกิดอะไรขึ้น ทั้งสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการแก้ปัญหา และสิ่งที่สนับสนุนการแก้ปัญหาให้ลุล่วงสำเร็จ จะช่วยให้การแก้ปัญหาไปอย่างถูกต้อง และช่วยลดความเสี่ยงในการแก้ปัญหา ส่งผลให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

#### แนวปฏิบัติ

ครู: ตั้งคำถามในขณะที่นักเรียนกำลังวางแผนเพื่อให้นักเรียนได้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เช่น แล้วมีขั้นตอนที่สำคัญอีกหรือไม่ อะไรที่ต้องใช้บ้าง อาจจะมีอะไรขึ้นบ้าง หรือแม้แต่การที่ครูให้นักเรียนตั้งคำถามในกลุ่มเพื่อที่จะทำให้เกิดการวางแผนอย่างละเอียดเช่น ลองตั้งคำถามเพื่อที่จะได้ตอบในการวางแผนการแก้ปัญหา ในด้านการพิจารณาญาณครูต้องให้เด็กนักเรียนได้พิจารณาว่าแผนที่วางไว้มีความชัดเจนหรือไม่ และแผนสอดคล้องกับบริบท เงื่อนไข และทรัพยากร รวมถึงปัจจัยสนับสนุน สิ่งที่เป็นอุปสรรคที่จะเกิดขึ้นหรือไม่ นอกจากนี้ยังต้องให้นักเรียนได้นำเสนอแผนการแก้ปัญหาที่วางไว้เพื่อจะได้ฟังการอธิบายและแลกเปลี่ยนแนวคิดของแต่ละกลุ่มด้วย

นักเรียน: ระบุขั้นตอนและกิจกรรมการแก้ปัญหา รวมทั้งระบุทรัพยากรที่ต้องใช้ภายใต้เงื่อนไขและปัจจัยที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ให้วางขั้นตอนการแก้ปัญหาให้ชัดเจนมากที่สุดและแบ่งหน้าที่ นอกจากนี้นักเรียนต้องแลกเปลี่ยนแผนการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่ม ซึ่งเน้นการอภิปรายระหว่างกลุ่ม

**2.4 ขั้นปฏิบัติ** หลักการ นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เปรียบเทียบผล และกระบวนการแก้ปัญหากับเป้าหมายที่วางไว้ การกำกับตนเองและเสริมแรงตนเอง

#### แนวปฏิบัติ

ครู: การกำกับนักเรียนให้ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ถามและดูแลนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ ครูอาจจะให้นักเรียนรายงานการทำกิจกรรม

ด้วยปากเปล่า และรายละเอียดของกลุ่มพร้อมทั้งควบคุมชั้นเรียนด้วย รวมถึงให้การเสริมแรงหรือสอนวิธีการเสริมแรงตนเองให้นักเรียน

นักเรียน: ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ บันทึกกิจกรรมการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน การเปรียบเทียบสิ่งที่ปฏิบัติกับเป้าหมายที่วางไว้ รวมถึงการให้กำลังใจตนเองขณะลงมือแก้ปัญหา

**2.5 ชั้นสรุปและกรองความคิด** หลักการ การสรุปองค์ความรู้ทางด้านเนื้อหาจากการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการที่สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหา วิเคราะห์จุดดีจุดบกพร่องของเนื้อหาความรู้และกระบวนการแก้ปัญหา จะทำให้เกิดการพิจารณาจุดดี จุดเด่นของการแก้ปัญหา เพื่อการนำไปสู่การแก้ปัญหาในครั้งต่อไปได้ เป็นการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง

#### แนวปฏิบัติ

ครู: กระตุ้นให้นักเรียนได้นำเสนอทั้งในส่วนของความรู้และวิธีการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติ รวมทั้งการให้ข้อเสนอแนะต่อกิจกรรมและความคิดของนักเรียน กระตุ้นนักเรียนให้คิดต่อไปว่าจะวิเคราะห์ความรู้และขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ผ่านมาว่ามีผลดีผลเสียอย่างไร และถ้าจะปฏิบัติงานต่อไปในลักษณะเดียวกันจะอย่างไร พร้อมกับบอกแนวทางปรับใช้ในชีวิตประจำวันด้วย

นักเรียน: สรุปความรู้และขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ ซึ่งอาจจะแสดงออกโดยการเล่าให้เพื่อนฟัง การนำเสนอหน้าชั้นเรียน นอกจากนี้ยังต้องสามารถอธิบายหรือแสดงให้เห็นว่าได้เข้าใจในเนื้อหาและกิจกรรมที่ผ่านมา ให้คำแนะนำหรือปรับใช้เนื้อหาหรือกระบวนการในเรื่องอื่นๆ

#### 4.5 ความแตกต่างระหว่างการแก้ปัญหากับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการแก้ปัญหากับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นจะพบว่ากระบวนการทั้งสองอย่างมีส่วนที่เหมือนและแตกต่างกัน ส่วนที่เหมือนกันคือการทำปัญหาให้ชัดเจน การหาสาเหตุของปัญหา การตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหา การคิดหาวิธีแก้ปัญหา การลงมือปฏิบัติตามวิธีการแก้ปัญหา การสรุปผลการแก้ปัญหา แต่กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีสิ่งที่เพิ่มเติมจากการแก้ปัญหาก็คือ (สิทธิชัย ชมพูพาทย์, 2554)

1. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เน้นการคิดระดับสูง 3 อย่างที่ทำงานร่วมกันคือ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ และการคิดวิจารณ์ญาณ ส่วนการแก้ปัญหาก็คืออาจจะมี การคิดระดับสูง เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาอยู่บ้าง แต่ไม่ปรากฏอย่างชัดเจน

2. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เน้นวัตถุประสงค์ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ตั้งแต่ขั้นต้นๆคือความรู้ความจำ ไปจนถึงขั้นสูงสุดคือการประเมิน เช่น นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจะเป็นคนที่สร้างเกณฑ์การประเมินวิธีการแก้ปัญหา และนำมาประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ส่วนการแก้ปัญหาปกตินั้นยังไม่มีความเห็นชัดในเรื่องของการสร้างเกณฑ์ประเมินวิธีการแก้ปัญหา

3. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการวิจัยนี้เน้นการมีความคิดที่เหมาะสมต่อปัญหา กล่าวคือ มีความคิดว่าปัญหาเป็นเรื่องปกติ สามารถแก้ไขได้ และต้องใช้ความพยายามและระยะเวลาในการแก้ไข ซึ่งเป็นกระบวนการลดความวิตกกังวลในการแก้ปัญหา สร้างความมั่นใจและความพยายามในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าไม่มีความคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ก็จะไม่สามารถแก้ปัญหาได้มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรจะเป็น แต่การแก้ปัญหาปกติ ไม่ได้กล่าวถึงกระบวนการเหล่านี้

4. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จะกล่าวถึงการทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของการแก้ปัญหา ซึ่งในการแก้ปัญหาผู้แก้ปัญหาวางเป้าหมายหรือทำความเข้าใจใน 2 ลักษณะคือ 1) เน้นการจัดการที่ตัวปัญหา คือเน้นการแก้ไขตัวปัญหาให้ประสบผลสำเร็จ และ 2) การจัดการกับอารมณ์ที่มีต่อปัญหาและการแก้ปัญหานั้น โดยกระบวนการแก้ไขจะเน้นอารมณ์ของผู้แก้ปัญหามีต่อสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้น ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างไม่เครียด ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ส่วนการแก้ปัญหามาตามปกตินั้นขั้นตอนการทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของการแก้ปัญหจะไม่ชัดเจน

#### 4.6 การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การศึกษาเพื่อกำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้เสนอแนวคิดไว้ดังนี้

Quellmalz (1985 อ้างถึงในศศิรัศม์ สริกขานนท์, 2540) กล่าวว่าแบบสอบถามเลือกตอบเป็นการวัดทักษะเฉพาะด้าน ไม่สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้ และเสนอลักษณะเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะการคิดระดับสูง ไว้ดังนี้

1. ปัญหาที่ถามเป็นปัญหาสำคัญและเกิดได้บ่อย
2. วัดทักษะรวม ๆ ไม่แยกวัดทักษะเป็นส่วน ๆ
3. กำหนดปัญหาที่มีทางเลือกหรือวิธีแก้ปัญหามาก ๆ ทาง
4. กำหนดรูปแบบคำถามที่ให้นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้
5. กำหนดคำถามให้มีการเชื่อมโยงความคิดและสรุปทั่ว ๆ ไป
6. พัฒนางานที่เกี่ยวกับการประเมินการคิดระดับสูงให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์ (2534: 51 อ้างถึงใน ศศิรัศม์ สริกขานนท์, 2540) ได้แสดงเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ 3 ข้อโดยยึดหลักการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ ดังนี้

1. การให้คะแนนความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถามโดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนนตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน
2. การให้คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน
3. ให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่างโดยกำหนดให้คำตอบที่มีความถี่จับกลุ่มตั้งแต่ 2 - 4.9% จะได้ 1 คะแนนถ้าเป็นคำตอบที่ซ้ำกับกลุ่มจะได้ 2 คะแนน ถ้าความถี่เกิน 5% จะไม่ถือเป็นความคิดริเริ่ม หรือให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบ ตามวิธีการของ Cropley (1996) คำตอบใดที่ตัวอย่างตอบซ้ำกันมาก ๆ ก็ให้คะแนนน้อยหรือไม่ได้เลย ถ้าคำตอบซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำกับคนอื่นเลย ก็จะได้คะแนนมากขึ้น

กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นผลผลิตใหม่นั้น นับเป็นผลลัพธ์สุดท้ายของกระบวนการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ในการประเมินผลผลิตของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จึงสามารถนำหลักเกณฑ์การประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์มาอธิบายร่วมไปด้วยกันได้ (Guiford, 1973)

### 1. การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (สิทธิชัย ชมพูพาทย์, 2554)

หลักการ การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นการให้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาแก่นักเรียน แล้วให้นักเรียนใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาทำแบบทดสอบแบบเขียน แล้วจึงมาตรวจให้คะแนนเป็นส่วน ๆ โดยยึดแนวทางการตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ การมีความคิดที่เหมาะสม รวมถึงการสร้างเกณฑ์ในการคัดเลือกปัญหา

แนวปฏิบัติ การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ควรใช้เครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามชนิดเขียนตอบ ไม่เป็นแบบตัวเลือก และกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหามาให้ การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ โดยการกำหนดคะแนนลงไปตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาทั้ง 11 ขั้นตอนได้แก่

- 1.1 การระบุปัญหาและบอกความสำคัญของปัญหา ทดสอบความสามารถของนักเรียนในการระบุความสำคัญของปัญหาในมุมมองของตนและผู้อื่น
- 1.2 ความคิดที่เหมาะสมต่อปัญหา ทดสอบความสามารถของนักเรียนในการคิดที่เหมาะสมต่อปัญหา
- 1.3 สืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทดสอบความสามารถของนักเรียนในการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- 1.4 ระบุปัญหาที่แท้จริง ทดสอบความสามารถของนักเรียนในการระบุปัญหาที่แท้จริงที่ต้องการแก้ไข
- 1.5 คิดวิธีการแก้ไขปัญหา ทดสอบความสามารถของนักเรียนในการคิดวิธีการแก้ปัญหา
- 1.6 ประเมินวิธีการแก้ไขปัญหา ทดสอบความสามารถของนักเรียนในการประเมินวิธีการแก้ปัญหา
- 1.7 ระบุปัจจัยสนับสนุน อุปสรรค ที่อาจจะเกิดขึ้นในการแก้ไขปัญหา รวมถึงทรัพยากรที่ต้องใช้ในการแก้ไขปัญหา ทดสอบความสามารถของนักเรียนในการระบุปัจจัยสนับสนุน อุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้นในการแก้ปัญหา รวมถึงทรัพยากรที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา
- 1.8 วางแนวทางและระบุทรัพยากรที่ต้องใช้จริงในการแก้ไขปัญหา ทดสอบความสามารถของนักเรียนในการวางแผนแนวทางและระบุทรัพยากรที่ต้องใช้จริงในการแก้ปัญหา
- 1.9 วางแผนการแก้ไขปัญหา เครื่องมือและการมอบหมายงาน/กิจกรรมในการแก้ไขปัญหา ทดสอบความสามารถของนักเรียนในการวางแผนการแก้ไขปัญหา เครื่องมือและการมอบหมายงาน/กิจกรรมในการแก้ปัญหา
- 1.10 ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ สะท้อนผล และพัฒนาวิธีการแก้ไขปัญหา ทดสอบความสามารถของนักเรียนในการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ สะท้อนผลและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา
- 1.11 จัดการควบคุมตนเอง ประเมิน และเสริมแรงตนเองระหว่างการแก้ไขปัญหา ทดสอบความสามารถของนักเรียนในการจัดการควบคุมตนเอง ประเมิน และเสริมแรงตนเองระหว่างการแก้ปัญหา

## 2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้ที่สอน (สิทธิชัย ชมพูพาทย์, 2554)

หลักการ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นมีความสำคัญ ทำให้ทราบว่านักเรียนมีคุณลักษณะตามมาตรฐาน ตัวชี้วัดตามที่หลักสูตรกำหนดไว้หรือไม่ ควรพัฒนาและส่งเสริมในด้านใด โดยยึดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรของสถานศึกษา

แนวปฏิบัติ ครูวิเคราะห์หลักสูตรด้านมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้เพื่อกำหนดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เมื่อมีการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนตามตัวชี้วัด อาจจะสร้างแบบทดสอบขึ้นมาวัดหลากหลายรูปแบบ เช่น แบบทดสอบซึ่งมีทั้งแบบตัวเลือก หรือแบบข้อเขียน เป็นต้น ตามความเหมาะสม เป็นแบบทดสอบที่อิงกับสาระการเรียนรู้

### 3. การวัดเจตคติที่มีต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (ศิริพร แก้วอ่อน, 2557)

หลักการ เจตคติต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นสิ่งสำคัญ เพราะเจตคติเป็นตัวทำนายพฤติกรรมได้ เมื่อมีเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนก็มีแนวโน้มที่จะนำวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปใช้ในการแก้ปัญหาการเรียนและชีวิตประจำวัน

แนวปฏิบัติ การวัดเจตคติครูอาจจะใช้แนวคิดเจตคติ 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบทางการรู้คิดเชิงประเมินค่าองค์ประกอบทางความรู้สึกและ องค์ประกอบทางการมุ่งกระทำ โดยยึดตามการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งได้แก่

- 3.1 การระบุปัญหาและบอกความสำคัญของปัญหา
- 3.2 ความคิดที่เหมาะสมต่อปัญหา
- 3.3 สำรวจและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- 3.4 ระบุปัญหาที่แท้จริง
- 3.5 คิดวิธีการแก้ไขปัญหา
- 3.6 ประเมินวิธีการแก้ไขปัญหา
- 3.7 ระบุปัจจัยสนับสนุน อุปสรรค ที่อาจจะเกิดขึ้นในการแก้ไขปัญหา รวมถึงทรัพยากรที่ต้องใช้ในการแก้ไขปัญหา
- 3.8 วางแนวทางและระบุทรัพยากรที่ต้องใช้จริงในการแก้ไขปัญหา
- 3.9 วางแผนการแก้ไขปัญหา เครื่องมือและการมอบหมายงาน/กิจกรรมแก้ไขปัญหา
- 3.10 ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ สะท้อนผล และพัฒนาวิธีการแก้ไขปัญหา

3.11 จัดการควบคุมตนเอง ประเมิน และเสริมแรงตนเองระหว่างการแก้ไขปัญหา  
นั้น

#### 4. วัดพฤติกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน และพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูผู้สอน (สิทธิชัย ชมพูปาทย์, 2554)

หลักการ พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครู พฤติกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ รวมถึงเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้นการที่ครูทราบว่าพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน รวมถึงพฤติกรรมการสอนของครูเกิดหรือไม่จะเป็นแนวทางให้ครูและนักเรียนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และจะปรับปรุงให้เกิดขึ้นหากพฤติกรรมใดยังไม่เกิด การวัดพฤติกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนจึงมีความจำเป็น แนวปฏิบัติ การวัดพฤติกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไม่ได้เน้นที่ความรู้ของนักเรียนหรือความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แต่เน้นว่าพฤติกรรมต่างๆเกิดขึ้นในระดับใด ซึ่งครูสามารถพัฒนาเครื่องมือขึ้นมาได้เช่น แบบตรวจสอบ เป็นต้น

นอกจากนี้ในการประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้สอนสามารถพิจารณาได้จากการสังเกตและการใช้คำถามในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมไม่ว่าเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ด้วยการบันทึกภาพพฤติกรรม หรือการสัมภาษณ์ เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์พฤติกรรมและผลงาน จากนั้นทำการประเมินผลงานเป็นระยะต่อเนื่องเพื่อพัฒนาการความก้าวหน้าในการแสดงออกของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

CHULALONGKORN UNIVERSITY

#### 4.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สมปอง เพชรโรจน์ (2549) ได้ศึกษารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเพื่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพและเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการศึกษาตัวอย่างที่ดำเนินการคือผู้เชี่ยวชาญจำนวน 22 คน และนิสิตปริญญาบัณฑิตที่ลงทะเบียนเรียนวิชา 2308351 วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม 1 ภาคต้น ปีการศึกษา 2549 พบว่า 1) การศึกษารูปแบบการเรียนการสอนผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเพื่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นเรียน และขั้นสรุป โดยขั้นเรียนจะประกอบด้วย 5 กิจกรรม คือการค้นหาคำจริง การค้นหาปัญหา การค้นหาคำคิด การค้นหาคำตอบ และการค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ ทั้งนี้ การ

จัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเพื่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จะต้องอาศัยคำถามและคำแนะนำจากครู เพื่อนำนักเรียนไปสู่การค้นหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้กรณีศึกษาเพื่อนำเสนอสถานการณ์ และสภาพปัญหาให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 2) ผลการทดลองใช้รูปแบบ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 3) รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน (เป้าหมาย ชนิดของการเรียนการสอน เนื้อหา บทบาทนักเรียน บทบาทครู วิธีปฏิสัมพันธ์ เทคโนโลยี คอมพิวเตอร์และเครือข่าย ปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอน และการประเมินผล) วิธีการเรียนการสอน (ระบบปฏิบัติการสำหรับนักเรียนและครู และขั้นตอนการเรียนการสอน คือ ขั้นนำ ขั้นเรียนบนเว็บ ขั้นประเมินผลการเรียน) และกิจกรรมการเรียนการสอน (กิจกรรมในห้องเรียน การทดสอบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน กิจกรรมการเรียนบนเว็บ)

สุนัชชา ศุภธรรมวิทย์ (2556) ได้การพัฒนารูปแบบการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแท็บเล็ต ตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนประถมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบฯ 2) เพื่อศึกษาผลของการใช้ รูปแบบฯ และ 3) เพื่อนำเสนอรูปแบบฯ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบ คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 20 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา 6 คนผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ระดับประถมศึกษา 8 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ 6 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ แบบประเมินรูปแบบ ชุดกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ แบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนโดยใช้รูปแบบฯ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) สื่อการสอน 2) ครู 3) นักเรียน 4) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ 5) การวัดและประเมินผล มีขั้นตอน 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่ บทเรียนด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย 2) ขั้นกำหนดกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ 3) ขั้นสร้าง ความรู้ที่แปลกใหม่ผ่านกิจกรรมกลุ่ม 4) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ และ 5) ขั้นสรุปความรู้ ผลการทดลองใช้รูปแบบการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแท็บเล็ตตามหลักการ เรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ประถมศึกษา พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์หลังเรียนของกลุ่ม ตัวอย่างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เสมอภาณูญ์ โสภณศิริธรรักษ์ (2557) ได้ศึกษาปัจจัยและองค์ประกอบการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (Blended learning) ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ศึกษาปัจจัยและองค์ประกอบในกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และ ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed methods research) แบบ Embedded design ซึ่งเก็บข้อมูลเชิงปริมาณกับนิสิตนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ จำนวน 545 คน และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการสังเกตการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานจำนวน 1 รายวิชา พร้อมทั้งสัมภาษณ์ผู้สอนและผู้เรียนในรายวิชา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถาม แบบประเมินผลงาน แบบสังเกต และแบบสัมภาษณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติบรรยาย การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โมเดลสมการโครงสร้าง และวิเคราะห์เนื้อหาของข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสังเกต และสัมภาษณ์ผู้สอนและผู้เรียนเพื่อตรวจสอบความตรงของข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า 1) จากการวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ โดยเปรียบเทียบโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีตัวแปรการเรียนการสอนแบบผสมผสานและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นตัวแปรเชิงสาเหตุและโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีตัวแปรปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นตัวแปรส่งผ่าน พบว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีตัวแปรการเรียนการสอนแบบผสมผสานและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นตัวแปรเชิงสาเหตุสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่าโมเดลปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ แสดงให้เห็นว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทั้งนี้ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า ผู้สอนประยุกต์กลยุทธ์การเรียนการสอนที่หลากหลายเข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และใช้ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ มากกว่าการบูรณาการ 2) จากการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ พบว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเป็นโมเดลที่สามารถปรับเพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้เหมาะสมที่สุด โดยโมเดลที่พัฒนามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งตัวแปรกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน สามารถอธิบายความแปรปรวนในตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้ร้อยละ 29.1 โดยองค์ประกอบการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานเป็นองค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานมีความสัมพันธ์กับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้จากการสังเกต

และสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่ครูประยุกต์ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดให้นักเรียนตลอดภาคการศึกษา อาทิ การตั้งคำถาม การระดมสมอง การสร้างห้องเรียนที่ยืดหยุ่น เป็นต้น 3) จากการวิเคราะห์โมเดลความถดถอย ตัวแปรปัจจัยในการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทั้ง 10 ปัจจัย สามารถอธิบายความแปรปรวนของความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ร้อยละ 23 โดยตัวแปรกิจกรรมการเรียนรู้เป็นตัวแปรเดียวที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ อาทิ การศึกษาจากกรณีศึกษา การลงมือปฏิบัติ การทำโครงการเดี่ยวและกลุ่ม เป็นต้น เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้

Parnes (1976) ได้ทดลองใช้วิธีการระดมสมองในการหาวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยวิธีทดลองเปรียบเทียบกลุ่มที่หนึ่งใช้วิธีการระดมสมอง โดยให้ทุกคนเสนอวิธีการแก้ปัญหามากที่สุดเท่าที่คิดได้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงว่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด กลุ่มที่สองให้เสนอวิธีการแก้ปัญหาคิดว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดผลการศึกษาพบว่าภายในระยะเวลาเท่ากันกลุ่มที่หนึ่งมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่สอง

Anderson (1975 อ้างถึงใน สรวงสุดา ปานสกุล, 2545) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการมีส่วนร่วมในห้องเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับ 6 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์สามารถพิจารณาได้จากการมีส่วนร่วมทางวาจาในห้องเรียน และการส่งเสริมความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ไม่ก่อให้เกิดผลเสียทางการเรียน

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ คือ ความสามารถที่เกิดจากการแก้ปัญหาหรือแก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ 1) นักเรียนสามารถทำความเข้าใจถึงปัญหานั้น ๆ 2) สามารถวางแผนจำลองความคิด 3) สามารถตัดสินใจและดำเนินการเพื่อเลือกวิธีแนวทางที่เหมาะสม และ 4) ได้รับการสนับสนุนคำตอบ สามารถวัดออกมาเป็นคะแนนได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นแบบวัดแบบอัตนัย วัดความสามารถทั้ง 4 ประการ ที่กล่าวมาข้างต้น โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่พัฒนามาจากแนวคิดของทอร์เรนซ์ ศศิรัศม์ สริกขานนท์ (2540) ได้แก่ (1) ความคล่องในการคิด (2) ความยืดหยุ่นในการคิด และ (3) ความคิดริเริ่ม การวัดและประเมินผล ครูจะประเมินก่อนเรียนและหลังเรียนจากแบบวัดดังกล่าว ซึ่งเป็นแบบวัดคู่ขนาน ในระหว่างการเรียนรู้ ครูจะประเมินพฤติกรรมการทำใบงานและการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ประเมินความสามารถทั้ง 4 ประการ ที่กล่าวมาข้างต้นเช่นกัน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่พัฒนามาจากแนวคิดของAndrew (2017) แบ่งระดับคุณภาพพฤติกรรมเป็น 3 ระดับ ได้แก่ (1) ระดับเริ่มต้น (2) ระดับกำลังพัฒนา (3) ระดับคล่องแคล่ว และ (4) ระดับเป็นแบบอย่างได้



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

**ระยะที่ 1** การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

**ระยะที่ 2** การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

2.1 ศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวอย่างจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.2 ศึกษาคะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีการเรียนรู้ 7E

2.3 ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

**ระยะที่ 3** การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

## ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การวิจัยในขั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

### ประชากรและตัวอย่างในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตัวอย่างในการดำเนินการวิจัย ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีแต่ละท่านมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. เป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ มีคุณสมบัติ ได้แก่
  - 1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทางการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ 5 ปี หรือ
  - 2) เป็นผู้ที่มีผลงานวิชาการด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในทางวงการศึกษา
2. เป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีคุณสมบัติ ได้แก่
  - 1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทางการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7E 5 ปี หรือ
  - 2) เป็นผู้ที่มีผลงานวิชาการด้านการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7E ซึ่งเป็นที่ยอมรับในทางวงการศึกษา
3. เป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีคุณสมบัติ ได้แก่
  - 1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 5 ปี หรือ
  - 2) เป็นผู้ที่มีผลงานวิชาการด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในทางวงการศึกษา

## เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบ

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมahunยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ แบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมahunยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดังนี้ (รายละเอียดของเครื่องมือปรากฏในภาคผนวก ข)

1. ศึกษา รวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ บทความ แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดประเด็นในการประเมินเพื่อพัฒนาแบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมahunยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
3. นำแบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมahunยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่ได้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม
4. ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมahunยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้ถูกต้องสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## ขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบ

ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบในการวิจัยครั้งนี้ มีการร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมahunยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

1. ศึกษา รวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ บทความ แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมahunยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ซึ่งประกอบด้วยความหมายของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ความเป็นมาของการเรียนรู้แบบวัฏ

จักรการเรียนรู้ 7E รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

1.2 ศึกษาข้อมูลแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ซึ่งประกอบด้วย ความหมายของการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ความรู้เรื่องหุ่นยนต์ การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้หุ่นยนต์ทำงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์

1.3 ศึกษาข้อมูลแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย ความหมายของการแก้ปัญหา ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความเป็นมา แนวคิด และกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความแตกต่างระหว่างการแก้ปัญหากับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คุณสมบัติของนักคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2. นำข้อมูลสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษา มาสังเคราะห์ในด้านทฤษฎีและแนวคิด แล้วร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3. นำร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมและปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4. นำร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านมีคุณสมบัติในความสัมพันธ์ทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาเป็นระยะเวลา 5 ปี และหรือเป็นผู้ที่มีผลงานทางวิชาการเกี่ยวกับการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประเมินรับรองร่างรูปแบบฯ ในด้านความเหมาะสมของรูปแบบฯ ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ 1) ภาพรวมของรูปแบบฯ 2) ขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ตามรูปแบบฯ 3) การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบฯ และ 4) การใช้งานรูปแบบฯ โดยมีเกณฑ์การประเมินตามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ดังนี้

5	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมมาก

3	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

5. ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีดิทัศน์การเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินรับรองรูปแบบฯ ใช้สถิติหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบให้มีความสมบูรณ์

### ระยะที่ 2 การศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีดิทัศน์การเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การวิจัยในขั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีดิทัศน์การเรียนรู้ 7E ประกอบด้วย

2.1 ศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวอย่างจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.2 ศึกษาคะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีดิทัศน์การเรียนรู้ 7E

2.3 ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีดิทัศน์การเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

### ประชากรและตัวอย่างในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1) ผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ อาจารย์ด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนรู้แบบวีดิทัศน์การเรียนรู้ 7E และผู้เชี่ยวชาญด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560  
โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1) ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 12 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และผู้เชี่ยวชาญด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2560 เป็นการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) รวมจำนวน 25 คน การคัดเลือกตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสนใจเรียนในวิชาเลือกเพิ่มเติมจึงลงทะเบียนเรียนในวิชา หุ่นยนต์ ซึ่งอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยทำการทดลองในปีการศึกษา 2560 โดยใช้เวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที

### การออกแบบวิจัย

การออกแบบการทดลองในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) เป็นแบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียว มีการทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง (One Group Pretest and Posttest Design)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

E : O<sub>1</sub> × O<sub>2</sub>

E	หมายถึง	กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 30 คน
O <sub>1</sub>	หมายถึง	การวัดก่อนการทดลอง คือ ทำแบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียน

X	หมายถึง	การดำเนินการทดลอง คือ การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E
O <sub>2</sub>	หมายถึง	การวัดหลังการทดลอง คือ ทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือ 2 แบบ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้การโปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
  2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่
    - 2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
    - 2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
    - 2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังกล่าวมีรายละเอียดและขั้นตอนวิธีการสร้าง ดังนี้

### เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

#### แผนการจัดการเรียนรู้การโปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E

แผนการจัดการเรียนรู้การโปรแกรมหุ่นยนต์ คือ เอกสารที่แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E ที่มีเนื้อหารายวิชาเกี่ยวกับการโปรแกรมหุ่นยนต์ กระบวนการวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นตอนการทำงานอัลกอริทึม โครงสร้างภาษาการใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆ และเขียนโปรแกรมเบื้องต้น เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ โดยผู้วิจัยได้จัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย มีจำนวนทั้งสิ้น 3 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ (รายหน่วยการเรียนรู้ที่ 1) เรื่อง รู้จักหุ่นยนต์

แผนการจัดการเรียนรู้ (รายหน่วยการเรียนรู้ที่ 2) เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

แผนการจัดการเรียนรู้ (รายหน่วยการเรียนรู้ที่ 3) เรื่อง หุ่นยนต์พิชิตเขาวงกต

มีรายละเอียดและขั้นตอนดังนี้ (รายละเอียดของเครื่องมือปรากฏในภาคผนวก ข)

1.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี รายละเอียดของรายวิชาหุ่นยนต์ ในด้านวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ประกอบกับโครงสร้างของเนื้อหาและความต้องการของผู้เรียนด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1.2 ศึกษาเอกสาร บทความ แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือหลักในการเรียนรู้นั้นคือการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์

1.3 หลังจากเรียนรู้ในเรื่องขององค์ประกอบของเนื้อหาแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องโปรแกรมหุ่นยนต์โดยมีการสัมภาษณ์ครูผู้สอน อาจารย์ที่สอนวิชาโปรแกรมหุ่นยนต์ในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถึงระดับอุดมศึกษา

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยจัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยจำนวน 3 แผน จากนั้นนำไปให้อาจารย์ประจำวิชาเพื่อตรวจสอบด้านเนื้อหา ความเหมาะสม รวมทั้งสำนวนภาษาเพื่อนำข้อผิดพลาดหรือข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำต่อไป

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา 2 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม ผลการประเมินพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมทั้งด้านครอบคลุมเนื้อหา ขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ และด้านการใช้สื่อการเรียนรู้

1.6 ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

## เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

### 1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นแบบทดสอบแบบข้อเขียน จำนวน 1 ฉบับ คะแนนเต็ม 75 คะแนน โดยการกำหนดสถานการณ์แล้วให้นักเรียนตอบคำถามจำนวน 3 ข้อ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่อง แล้วแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ อันได้แก่

- 1) เข้าใจปัญหาสามารถระบุปัญหาได้
- 2) จำลองความคิดในการแก้ปัญหา
- 3) ตัดสินใจเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้
- 4) สนับสนุนคำตอบ

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาจากงานวิจัยของของศศิริศร์ม์ สริกชกานนท์ (2540) และ ศิริพร แก้วอ่อน ดุษฎี โยเหลา และ กมลวรรณ คารมปราษฎ์ คล้ายแก้ว (2558) มีเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยยึดหลักการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1974) รายละเอียดในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีขั้นตอนดังนี้ (รายละเอียดของเครื่องมือปรากฏในภาคผนวก ข)

1. ศึกษา เอกสาร บทความ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เนื้อหาบทเรียนที่สอดคล้องกับการเรียนโปรแกรมหุ่นยนต์

2. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร วัตถุประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของวิชาโปรแกรมหุ่นยนต์

3. พัฒนาร่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยแบบวัดมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

- 3.1 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มีความสอดคล้องกับตารางเนื้อหาโปรแกรมหุ่นยนต์และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด และจะต้องมีความครอบคลุมขั้นตอนของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3.2 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้ความถูกต้อง แล้วประเมินแบบวัดโดยตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of item Objective Congruence) โดยมีวิธีการให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน	+1	สำหรับข้อที่แน่ใจว่าสอดคล้อง
ให้คะแนน	0	สำหรับข้อที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง
ให้คะแนน	1	สำหรับข้อที่แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าความสอดคล้องของข้อคำถาม โดยแปลความหมายถ้า ข้อคำถามที่มีค่า  $IOC \geq 0.5$  แสดงว่า ข้อคำถาม มีความสอดคล้อง

$IOC \leq 0.5$  แสดงว่า ข้อคำถาม ไม่มีความสอดคล้อง

(ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552)

โดยเมื่อตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง IOC พบว่ามีค่า 0.86 ถือว่ามีคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

#### 4. ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

5. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยยึดหลักการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1974) คือ (1) การให้คะแนนความคล่องในการคิด (2) การให้คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด และ(3) การให้คะแนนความคิดริเริ่ม ในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จะมีปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถาม จำนวน 4 ข้อย่อย โดยเกณฑ์การให้คะแนนมีรายละเอียดดังนี้

คำถามข้อที่ 1 (4 คะแนน) นักเรียนสามารถแสดงความเข้าใจปัญหา ระบุสาเหตุของปัญหา และสามารถระบุปัญหาในสถานการณ์นั้น คืออะไร สามารถระบุคำตอบได้ในจำนวนมาก ภายในเงื่อนไขเวลาที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนนความคิดคล่องคิดของทอร์แรนซ์ (ศศิริศม์ สริกขานนท์, 2540)

คิดคล่องแคล่ว: (4 คะแนน) พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ตามเงื่อนไขของคำถามภายในระยะเวลาที่กำหนด

เกณฑ์ 0 – 1 คำตอบ ได้ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ได้

2 – 3 คำตอบ ได้ 1 คะแนน หมายถึง พอใช้

4 – 5 คำตอบ ได้ 2 คะแนน หมายถึง ดี

6 – 7 คำตอบ ได้ 3 คะแนน หมายถึง ดีมาก

8 คำตอบขึ้นไป ได้ 4 คะแนน หมายถึง ดีที่สุด

คำถามข้อที่ 2 (5 คะแนน) นักเรียนสามารถจำลองความคิด นำเสนอแนวทางวิธีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คำตอบจากคำถามที่มีความแปลกใหม่ มีความหลากหลายและแตกต่างจากคนอื่น ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่มและความยืดหยุ่นในการคิดของทอร์แรนซ์ (ศศิวิทย์ ศรีภักขานนท์, 2540)

ความคิดริเริ่ม: (4 คะแนน) พิจารณาความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของตัวอย่าง โดยการให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบตามวิธีการของ Cropley (1966 อ้างถึงในสมศักดิ์ สินธุระเวชญ์, 2536) มีรายละเอียดดังนี้

คำตอบที่ซ้ำกันตั้งแต่	12% ขึ้นไป	ให้ 0 คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน	6 - 11%	ให้ 1 คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน	3 - 5%	ให้ 2 คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน	2%	ให้ 3 คะแนน
คำตอบที่ซ้ำแค่	1%	ให้ 4 คะแนน

ความยืดหยุ่นในการคิด: (1 คะแนน) พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้โดยถ้าคำตอบอยู่ในกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนทั้งหมด ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันหรือมีเงื่อนไขที่กำหนดให้

คำถามข้อที่ 3 (8 คะแนน) นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกแนวทาง มีขั้นตอน และมีเหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้น ๆ โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามวิธีการของ (ศศิวิทย์ ศรีภักขานนท์, 2540) ดังนี้

- |  |         |
|--|---------|
| 1) นำเสนอวิธีแก้ปัญหที่แปลกใหม่จำนวนมาก                | 2 คะแนน |
| 2) ตัดสินใจเลือกปัญหาและวิธีแก้ปัญหได้                 | 2 คะแนน |
| 3) มีขั้นตอนในการปฏิบัติ มีเหตุผลในการเลือกวิธีแก้ปัญห | 2 คะแนน |
| 4) คิดเชิงบวก  | 2 คะแนน |

คำถามข้อที่ 4 (8 คะแนน) เป็นการนำเสนอคำตอบ โดยคำตอบนั้นต้องมีการสนับสนุนมีการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์หรือข้อเท็จจริงที่ว่าจะแก้ปัญหาให้สำเร็จได้อย่างไร อันจะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามวิธีการของ (ศศิรัศม์ สริกขานนท์, 2540) ดังนี้

- |   |         |
|---|---------|
| 1) นำเสนอแนวคิดหรือสิ่งแปลกใหม่                         | 2 คะแนน |
| 3) แก้ปัญหาได้ภายในเวลาที่กำหนด                         | 2 คะแนน |
| 4) ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มแก้ปัญหาได้จริง | 2 คะแนน |
| 5) เหมาะสมตรงกับสภาพปัญหา                               | 2 คะแนน |

ตัวอย่างข้อคำถามและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ลักษณะข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
<b>1) เข้าใจปัญหาสามารถระบุปัญหาได้</b>	
<p>คำถามข้อที่ 1 จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ จงบอกข้อมูลที่นักเรียนรับรู้ในสถานการณ์นี้ (ระบุให้ได้จำนวนมากที่สุด)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>คิดคลองแคล่ว:</b> (4คะแนน) พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ตามเงื่อนไขของคำถามภายในระยะเวลาที่กำหนด เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้           <ul style="list-style-type: none"> <li>0 – 1 คำตอบ ได้ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ดี</li> <li>2 – 3 คำตอบ ได้ 1 คะแนน หมายถึง พอใช้</li> <li>4 – 5 คำตอบ ได้ 2 คะแนน หมายถึง ดี</li> <li>6 – 7 คำตอบ ได้ 3 คะแนน หมายถึง ดีมาก</li> <li>8 คำตอบขึ้นไป ได้ 4 คะแนน หมายถึง ดีที่สุด</li> </ul> </li> </ul>
<b>2) จำลองความคิดในการแก้ปัญหาได้</b>	
<p>คำถามข้อที่ 2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นี้ได้แก่อะไรบ้าง (ระบุเป็นข้อไม่จำกัดจำนวน)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>ความคิดริเริ่ม:</b> (4 คะแนน) พิจารณาความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของตัวอย่างโดยให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบ ดังนี้</li> </ul>

คำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
	<p>คำตอบที่ซ้ำกันตั้งแต่ 12% ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน</p> <p>คำตอบที่ซ้ำกัน 6 - 11% ให้ 1 คะแนน</p> <p>คำตอบที่ซ้ำกัน 3 - 5% ให้ 2 คะแนน</p> <p>คำตอบที่ซ้ำกัน 2% ให้ 3 คะแนน</p> <p>คำตอบที่ซ้ำแค่ 1% ให้ 4 คะแนน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ความยืดหยุ่นในการคิด: (1คะแนน) พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ โดยคำตอบมีความแตกต่างกันแต่อยู่ในเงื่อนไขที่กำหนดให้</li> </ul>
<b>3) ตัดสินใจและดำเนินการ</b>	
<p>คำถามข้อที่ 3 นักเรียนมีแนวทางวิธีในการแก้ปัญหาอย่างไร (ระบุเป็นข้อหรือแสดงแนวทางการแก้ปัญหาผ่านการเขียน Flowchart)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● นำเสนอวิธีแก้ปัญหาที่แปลกใหม่จำนวนมาก 2 คะแนน</li> <li>● ตัดสินใจเลือกปัญหาและวิธีแก้ปัญหาได้ 2 คะแนน</li> <li>● มีขั้นตอนในการปฏิบัติ มีเหตุผลในการเลือกวิธีแก้ปัญหา 2 คะแนน</li> <li>● คิดเชิงบวก 2 คะแนน</li> </ul>
<b>4) สนับสนุนคำตอบ</b>	
<p>คำถามข้อที่ 4 จากการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนคิดว่าแนวทางใดสามารถแก้ปัญหาได้จริง เพราะเหตุใด</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● นำเสนอแนวคิดหรือสิ่งแปลกใหม่ 2 คะแนน</li> <li>● แก้ปัญหาได้ภายในเวลาที่กำหนด 2 คะแนน</li> <li>● ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มแก้ปัญหาได้จริง 2 คะแนน</li> <li>● เหมาะสมตรงกับสภาพปัญหา 2 คะแนน</li> </ul>

สรุปรายละเอียดการตรวจสอบแต่ละเรื่องตามเกณฑ์การแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สรุปรายละเอียดการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แต่ละเรื่องตามเกณฑ์

เรื่อง ที่	ด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์										
	เสนอวิธี แก้ปัญหา แปลกใหม่	เลือกปัญหา และวิธีแก้ได้	ทันเวลา	แนวโน้มนำ แก้ได้จริง	มีขั้นตอน มีเหตุผล	คิด คล่อง	คิด ริเริ่ม	คิดยืด หยุ่น	แนวคิด ใหม่	เหมาะสม	เชิง บวก
1						✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

6. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาบทเรียนโปรแกรมหุ่นยนต์กับแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในด้านความตรงของเนื้อหาและภาษาที่ใช้ โดยพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมดังกล่าว

7. นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 30 คน นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่างที่จะศึกษา แล้วนำผลมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ดังนี้

สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

$$\alpha = \left[ \frac{k-1}{k} \right] \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ  $\alpha$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

$k$  แทน จำนวนข้อสอบคำถามหรือข้อสอบ

$S_i^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่  $i$

$S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

พบว่า แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีค่าแปรปรวนรายข้อ อยู่ในช่วง 0.84 – 2.63 ค่าความแปรปรวนผลรวม มีค่าเท่ากับ 15.28 เมื่อวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค พบว่า มีค่าความเที่ยง 0.81

8. นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่วิเคราะห์คุณภาพแล้ว ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดลอง

## 2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ฯ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้ (รายละเอียดของเครื่องมือปรากฏในภาคผนวก ข)

1. ศึกษาเอกสารรายละเอียด เนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้
2. ศึกษาหลักการและวิธีการในการวัดและประเมินผลที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการเรียนรู้เกี่ยวโปรแกรมหุ่นยนต์
3. พัฒนาร่างแบบสังเกตพฤติกรรม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้
  - 3.1 วิเคราะห์และระบุตัวชี้ที่ใช้เป็นเกณฑ์การประเมิน
  - 3.2 อธิบายคุณลักษณะ ทักษะ หรือพฤติกรรมที่ต้องการเห็น รวมทั้งข้อผิดพลาดทั่วไปที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน และเขียนคำบรรยายลักษณะพฤติกรรมที่พึงประสงค์ โดยแยกแต่ละเกณฑ์หรือแต่ละคุณลักษณะ เพื่อกำหนดอัตราส่วนของแบบวัดที่เหมาะสม โดยเกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตพฤติกรรมของแต่ละข้อ ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรวิชาหุ่นยนต์ที่ Andrew (2017) ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งต้องใช้ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมตามสภาพจริงตามบริบทห้องเรียน โดยให้กรอกเป็นตัวเลขระดับ 0, 1, 2 และ 3 ซึ่งตัวเลขมีความหมาย ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง ระดับเป็นแบบอย่างได้ ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง ระดับค่อนข้างแล้ว ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง ระดับกำลังพัฒนา และระดับคุณภาพ 0 หมายถึง ระดับเริ่มต้น (Andrew, 2017) สามารถวัดออกมาเป็นคะแนนพฤติกรรมในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อันได้แก่

- 1) เข้าใจปัญหาสามารถระบุปัญหาได้
- 2) จำลองความคิดในการแก้ปัญหา

3) ตัดสินใจเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้

4) สนับสนุนคำตอบ

โดยมีรายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ในการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ดังตัวอย่างตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.4



ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนรายบุคคล (ภาคทฤษฎี)

วิสัยทัศน์การเรียนรู้ 7E	ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	หน่วยการเรียนรู้ที่: รู้จักหุ่นยนต์ IPST-SE			
		ระดับเริ่มต้น (0 คะแนน)	ระดับกำลังพัฒนา (1 คะแนน)	ระดับคล่องแคล่ว (2 คะแนน)	ระดับเป็นแบบอย่างได้ (3 คะแนน)
1. ชั้นเร้าความสนใจ	1. ทำความเข้าใจปัญหา: อธิบายความหมายของหุ่นยนต์	อธิบายไม่ได้	อธิบายได้แต่เรียบเรียงประโยคไม่ถูกต้องเหมาะสม	อธิบายได้และเรียบเรียงประโยคถูกต้องเหมาะสม	อธิบายได้ดีถูกต้องและมีรายละเอียดชัดเจน
2. ชั้นสำรวจและค้นหา 3. ชั้นอธิบาย	2. จำลองความคิด: ระบุส่วนประกอบของหุ่นยนต์	นักเรียนระบุส่วนประกอบได้เพียง 1-3 รายการ	นักเรียนระบุส่วนประกอบหุ่นยนต์ได้ 4-5 รายการ	นักเรียนระบุส่วนประกอบหุ่นยนต์ได้ 6-8 รายการ	นักเรียนระบุส่วนประกอบหุ่นยนต์ได้ 9-12 รายการ
4. ชั้นขยายความรู้ 5. ชั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้	3. ตัดสินใจและดำเนินการ: แยกประเภทส่วนประกอบของหุ่นยนต์	นักเรียนแยกประเภทได้เพียง 1-3 รายการ	นักเรียนแยกประเภทได้ 4-5 รายการ	นักเรียนแยกประเภทได้ 6-8 รายการ	นักเรียนแยกประเภทได้ 9-12 รายการ
6. ชั้นประเมิน 7. ชั้นนำความรู้ไปใช้	4. สนับสนุนคำตอบ: การประกอบของหุ่นยนต์	นักเรียนประกอบหุ่นยนต์สำเร็จไม่ถึง 50% ของหุ่นยนต์	นักเรียนประกอบสำเร็จ 50% ของหุ่นยนต์	นักเรียนประกอบสำเร็จ 50-79 % ของหุ่นยนต์	นักเรียนประกอบสำเร็จ 80-100% ของหุ่นยนต์

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนรายบุคคล (ภาคปฏิบัติ)

วิสัยทัศน์การเรียนรู้ 7E	ความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์	หน่วยการเรียนรู้: เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ IPST-SE			
		ระดับเริ่มต้น (0 คะแนน)	ระดับกำลังพัฒนา (1 คะแนน)	ระดับคล่องแคล่ว (2 คะแนน)	ระดับเป็นแบบอย่างได้ (3 คะแนน)
1. ชั้นเร้าความสนใจ	1. ทำความเข้าใจปัญหา: การตอบคำถาม	ตอบคำถามไม่ได้	ตอบคำถามได้แต่เรียบเรียงประโยคไม่ถูกต้องเหมาะสม	ตอบคำถามได้และเรียบเรียงประโยคถูกต้องเหมาะสม	ตอบคำถามได้ดีถูกต้องและมีรายละเอียด
2. ชั้นสำรวจและค้นหา 3. ชั้นอธิบาย	2. จำลองความคิด: การเขียนโปรแกรม	มีหลายขั้นตอนไม่ครบถ้วน/ระบุรายละเอียดไม่เพียงพอ	มีบางขั้นตอนไม่ครบถ้วน/ระบุรายละเอียดเล็กน้อย	ภาพรวมของการระบุขั้นตอนและรายละเอียดมีความเหมาะสม	อธิบายแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียดและเหมาะสม
4. ชั้นขยายความรู้ 5. ชั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้	3. ตัดสินใจและดำเนินการ: ให้ความร่วมมือปฏิบัติภารกิจ	ไม่ปฏิบัติและไม่ให้ความร่วมมือ	ให้ความร่วมมือแต่ปฏิบัติตามคำสั่งเพียงบางคำสั่ง	ให้ความร่วมมือและปฏิบัติตามคำสั่ง	ให้ความร่วมมือปฏิบัติตามคำสั่งและให้ข้อเสนอแนะ
6. ชั้นประเมิน 7. ชั้นนำความรู้ไปใช้	4. สนับสนุนคำตอบ: ผลการปฏิบัติภารกิจ	ผลการปฏิบัติภารกิจสำเร็จไม่ถึง 50% ของกิจกรรม	ผลการปฏิบัติภารกิจได้ 50% ของกิจกรรม	ผลการปฏิบัติภารกิจสำเร็จ 50-79% ของกิจกรรม	ผลการปฏิบัติภารกิจสำเร็จ 80-100% ของกิจกรรม

3.3 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้ความถูกต้อง โดยตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of item Objective Congruence) โดยมีวิธีการให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน	+1	สำหรับข้อที่แน่ใจว่าสอดคล้อง
ให้คะแนน	0	สำหรับข้อที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง
ให้คะแนน	1	สำหรับข้อที่แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าความสอดคล้องของข้อคำถาม โดยแปลความหมายถ้าข้อคำถามที่มีค่า  $IOC \geq 0.5$  แสดงว่า ข้อคำถาม มีความสอดคล้อง

$IOC \leq 0.5$  แสดงว่า ข้อคำถาม ไม่มีความสอดคล้อง

(ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552)

โดยเมื่อตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง IOC พบว่ามีค่า 0.78 ถือว่ามีคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

### 3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

แบบสอบถามความพึงพอใจฯ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้ (รายละเอียดของเครื่องมือปรากฏในภาคผนวก ข)

1. ศึกษาเอกสาร บทความ แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. กำหนดประเด็นคำถามเพื่อพัฒนาแบบสอบถาม โดยเป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) เพื่อสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) มีระดับความพึงพอใจดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับมาก
ระดับ	3	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

3. นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความครอบคลุมของข้อความและความเหมาะสมของภาษา จากนั้นจึงนำมาปรับแก้ไขตามคำแนะนำ

4. นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความครบถ้วน และความครอบคลุมของคำถาม โดยการประเมินความสอดคล้อง (IOC) และจากการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา ผลการประเมินพบว่าแบบสอบถามความพึงพอใจ มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบฯ โดยเป็นแบบวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) เป็นแบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียว มีการทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง (One Group Pretest and Posttest Design) ผู้วิจัยต้องเตรียมความพร้อมในเรื่องของสถานที่และอุปกรณ์การเรียนรู้อุปกรณ์ก่อนการทดลองมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้

1. ครูดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ในรายวิชา อนุบาล จำนวน 2 คาบต่อ 1 สัปดาห์ รวมเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที โดยในสัปดาห์ทุก ๆ สองสัปดาห์ ครูจะดำเนินการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบฯ

2. ในสัปดาห์แรก ครูเริ่มด้วยการปฐมนิเทศเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชา อนุบาล เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที

3. สัปดาห์ที่ 1-2 ครูดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยที่ 1 คือ รู้จักหุ่นยนต์ IPST-SE โดยครูประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากใบงาน และการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ รวมระยะเวลา 3 คาบ คาบละ 50 นาที

4. สัปดาห์ที่ 2-3 ครูดำเนินการสอนต่อด้วยแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยที่ 2 คือ การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ IPST-SE โดยครูประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากใบงาน และการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์ รวมระยะเวลา 3 คาบ คาบละ 50 นาที

5. สัปดาห์ที่ 3 ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยที่ 3 คือ หุ่นยนต์พิชิตเขาวงกต โดยครูประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับการควบคุมหุ่นยนต์ รวมระยะเวลา 6 คาบ คาบละ 50 นาที

6. สัปดาห์สุดท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้น ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียนของตัวอย่าง ใช้สถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent) สูตรที่ใช้คำนวณค่าที (t-test)

2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมการความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ของตัวอย่าง ใช้สถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent) สูตรที่ใช้คำนวณค่าที (t-test)

3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ใช้สถิติหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความพึงพอใจและการบรรยายเป็นความเรียง

### ระยะที่ 3 การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นการนำผลที่ได้จากการศึกษามารับปรุงแก้ไขและนำเสนอ เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิรับรองรูปแบบโดยนำเสนอในรูปแบบแผนภาพแสดงรูปแบบ และความเรียงอธิบายรูปแบบ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาผลของรูปแบบในระยะที่ 2 มาปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอในรูปแบบของแผนภาพประกอบความเรียง

2. นำเสนอรูปแบบฯให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประเมินรับรองรูปแบบฯ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านมีคุณสมบัติในความเชี่ยวชาญทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวิัจกรการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาเป็นระยะเวลา 5 ปี และหรือเป็นผู้ที่มีผลงานทางวิชาการเกี่ยวกับการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ การเรียนรู้แบบวิัจกรการเรียนรู้ 7E และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3. นำข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ขั้นตอนของรูปแบบการการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิัจกรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีความสมบูรณ์

### ประชากรและตัวอย่างในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวิัจกรการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตัวอย่างในการดำเนินการวิจัย ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวิัจกรการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีแต่ละท่านมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. เป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ มีคุณสมบัติ ได้แก่
  - 1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ 5 ปี หรือ
  - 2) เป็นผู้ที่มีผลงานวิชาการด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในทางวงการศึกษา
2. เป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการเรียนรู้รูปแบบวิัจกรการเรียนรู้ 7E มีคุณสมบัติ ได้แก่
  - 1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทางด้านการเรียนรู้วิัจกรการเรียนรู้ 7E 5 ปี หรือ
  - 2) เป็นผู้ที่มีผลงานวิชาการด้านการเรียนรู้วิัจกรการเรียนรู้ 7E ซึ่งเป็นที่ยอมรับในทางวงการศึกษา
3. เป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีคุณสมบัติ ได้แก่
  - 1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทางด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 5 ปี หรือ

- 2) เป็นผู้ที่มีผลงานวิชาการด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในทางวงการศึกษา

### เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้ (รายละเอียดของเครื่องมือปรากฏในภาคผนวก ข)

1. ศึกษา เอกสาร บทความ แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดประเด็นข้อคำถามเพื่อพัฒนาแบบรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยแบบประเมินเป็นแบบประเมินมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) และเป็นแบบปลายเปิด แล้วนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

มาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) มีระดับความพึงพอใจดังนี้

- |         |  |
|---------|--|
| ระดับ 5 | หมายถึง แนใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด  |
| ระดับ 4 | หมายถึง แนใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมมาก        |
| ระดับ 3 | หมายถึง แนใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง    |
| ระดับ 2 | หมายถึง แนใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมน้อย       |
| ระดับ 1 | หมายถึง แนใจว่าหัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด |

3. ปรับปรุงแก้ไขแบบรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

มีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. นำรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านมีคุณสมบัติในความเชี่ยวชาญทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาเป็นระยะเวลา 5 ปี และหรือเป็นผู้ที่มีผลงานทางวิชาการเกี่ยวกับการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ การเรียนรู้แบบวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แสดงความเห็นและประเมินรับรองรูปแบบ
2. นำข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์
3. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
4. นำเสนอรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์คะแนนความคิดเห็น โดยวิเคราะห์คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้วยค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และข้อเสนอแนะโดยบรรยายเป็นความเรียง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาแบบแผนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยงานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาแบบแผนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2. เพื่อศึกษาผลการใช้แบบแผนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

2.1 ศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวอย่างจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.2 ศึกษาคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E

2.3 ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3. เพื่อนำเสนอแบบแผนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยมีรายละเอียดแบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

**ตอนที่ 1** การพัฒนาแบบแผนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

**ตอนที่ 2** การศึกษาผลการทดลองใช้แบบแผนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

2.1 ศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวอย่าง

2.2 ศึกษาคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้

2.3 ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

**ตอนที่ 3** การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



## ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษา รวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิดทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แล้วสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีเพื่อนำมาพัฒนาเป็นร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

### 2. ศึกษาความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

2.1 นำร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านมีคุณสมบัติในความสัมพันธ์ทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาเป็นระยะเวลา 5 ปี และหรือเป็นผู้ที่มีผลงานทางวิชาการเกี่ยวกับการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อประเมินรับรองคุณภาพ โดยประเมินภาพรวมของรูปแบบฯ ขั้นตอนการเรียนรู้ของรูปแบบฯ การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบฯ และการใช้งานของรูปแบบฯ

2.2 ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

## 1. ผลจากการศึกษา รวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิดทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1 ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ เอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการเรียนโปรแกรมหุ่นยนต์ สรุปได้ว่า การเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ประกอบด้วย มีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (3) ขั้นอธิบาย (4) ขั้นขยายความรู้ (5) ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (6) ขั้นประเมิน (7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ แต่ละขั้นมีรายละเอียดดังนี้

1) **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)** ในขั้นตอนนี้ครูมีหน้าที่หลักคือต้องกระตุ้นให้ความสนใจให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจให้มีความอยากรู้อยากเห็น หรือเป็นการสนทนาเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ครูจะเป็นผู้ตั้งประเด็นคำถามหรือปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้คิดเพื่ออยากที่หาคำตอบ พฤติกรรมที่ครูคาดหวังในขั้นนี้คือนักเรียนจะมุ่งเน้นไปที่ปัญหาของสถานการณ์หรือเหตุการณ์นั้น

2) **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)** ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะมีหน้าที่หลัก คือจะเมื่อนักเรียนทราบประเด็นปัญหา ขั้นตอนที่ต้องกระทำด้วยตนเองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้นคือการ ค้นหา สำรวจข้อเท็จจริงต่าง ๆ แล้วทำการรวบรวม ข้อมูล เพื่อที่จะนำคำตอบนั้น ๆ มาศึกษาทดลองเพื่อพัฒนาเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาต่อไป

3) **ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)** ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะมีบทบาทร่วมกับครู คือเมื่อนักเรียนได้ทำการรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว สิ่งทีนักเรียนจะดำเนินการต่อเป็นการจัดกระทำกับข้อมูลเพื่อให้เป็นรูปธรรมมากขึ้นที่จะแก้ปัญหา เช่น ในบทเรียนโปรแกรมหุ่นยนต์ที่นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาตามโจทย์ ในขั้นนี้นักเรียนอาจจะอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาออกมาในรูปของการเขียน Flowchart บทบาทของครูคือจะเป็นผู้อธิบายวิธีการเขียน Flowchart และคอยให้คำปรึกษาระหว่างที่นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา ครูสามารถให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น แล้วนำเสนอผลงานของตนเอง

4) **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)** ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะมีหน้าที่หลัก คือ นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่แตกต่างกัน เป็นขั้นทดสอบความสามารถของนักเรียนว่าเกิดการเรียนรู้หรือไม่ ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้แนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้กับบริบทอื่น ๆ ได้

5) **ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (Exchange Phase)** ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องนำเสนอผลงานหรือแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองอาจมีการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนร่วมชั้น หรือได้รับข้อเสนอแนะจากครู ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทั้งในห้องเรียนและการใช้อินเตอร์เน็ตเมื่อต้องแลกเปลี่ยนทางออนไลน์

6) **ขั้นประเมิน (Evaluation Phase)** ในขั้นตอนนี้ครูจะมีหน้าที่หลัก คือเมื่อนักเรียนได้นำเสนอพร้อมทั้งทำการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้แล้วนั้น ครูจะทำการประเมินอย่างเป็นทางการ อาจจะเป็นการประเมินจากผู้ร่วมชั้นเรียนด้วยกัน หรือเป็นการประเมินจากครู จากนั้นให้ข้อเสนอแนะ เพื่อสามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

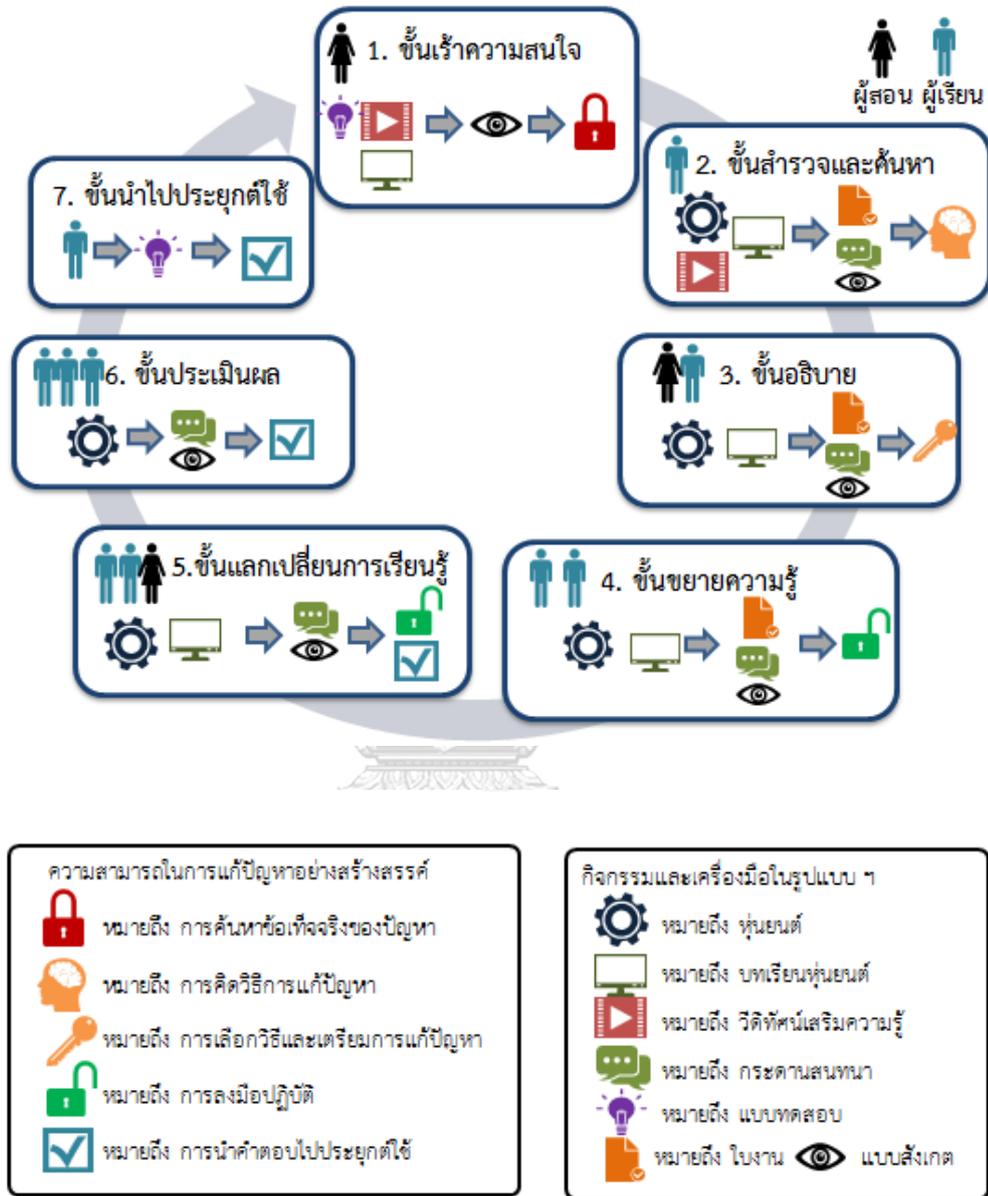
7) **ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)** ในขั้นตอนนี้เป็นความความหวังของครูที่จะเห็นนักเรียนสามารถนำความรู้และแนวทางวิธีคิดไปประยุกต์ปรับใช้สำหรับการดำเนินชีวิตประจำวันเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการเรียนรู้ในรายวิชาเนื้อหาอื่น ๆ เพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบที่นักเรียนต้องการ

1.2 **ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ เอกสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์** สรุปได้เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มีความสอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีรายละเอียดดังนี้

- 1.2.1 ค้นหาข้อเท็จจริงของปัญหา
- 1.2.2 คิดวิธีการแก้ปัญหา
- 1.2.3 เลือกวิธีและเตรียมการแก้ปัญหา
- 1.2.4 ลงมือปฏิบัติ
- 1.2.5 นำคำตอบไปประยุกต์ใช้

จากการศึกษา รวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ เอกสาร บทความและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในระยะที่ 1 ผู้วิจัยจึงร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นำเสนอดังแผนภาพนี้

(ร่าง) รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นำเสนอดังแผนภาพที่ 4.1



แผนภาพที่ 4.1 (ร่าง) รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

## 2. ผลการศึกษาความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

2.1 จากการนำร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยแต่ละท่านมีคุณสมบัติในความเชี่ยวชาญทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวิถีจัดการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อประเมินรับรองคุณภาพและแสดงความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบฯ ผู้วิจัยนำเสนอประเด็นสำคัญตามหัวข้อในการประเมินและแสดงความคิดเห็นมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1) การนำเสนอร่างรูปแบบฯ ควรเขียนอธิบายที่มาของรูปแบบ โดยกล่าวถึงทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบฯ

2) ควรเขียนอธิบายเป้าหมาย วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในภาพรวม

3) นอกจากภาพ model ของรูปแบบในลักษณะกราฟิกแล้ว ควรเขียนบรรยายรายละเอียดของรูปแบบแต่ละขั้นตอน เช่น การใช้งาน สื่อ บทบาทของผู้สอน บทบาทของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ กลยุทธ์การเรียนการสอน การประเมิน เป็นต้น

4) ในภาพรวมควรอธิบายกิจกรรมหรือกลยุทธ์การเรียนการสอนให้ชัดเจนว่ากิจกรรมหรือกลยุทธ์การเรียนการสอนใดที่สามารถทำให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ เช่น การตั้งคำถามด้วย 5W1H การใช้กรณีศึกษาเปรียบเทียบ เป็นต้น

5) ควรระบุวิธีการและขั้นตอนการประเมินผล ชี้แจงการประเมินผลว่าจะประเมินด้วยวิธีการใดในชั้นเรียน และเป็นการประเมินเพื่อรายงานผลในลักษณะพัฒนาผู้เรียนให้มีความก้าวหน้าในการเรียนรู้หรือเป็นการประเมินผลเพื่อตัดสินความสามารถ

2.1.2 ขั้นตอนการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1) ชั้นเร้าความสนใจผู้เรียน ควรอธิบายกิจกรรมหรือรูปแบบการเรียนรู้ที่จะดำเนินเพื่อสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนอย่างละเอียด เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจในขั้นตอนนั้น และการปฐมนิเทศ หรือการทดสอบการก่อนเรียนคือการเร้าความสนใจของผู้เรียนหรือไม่

2) ขั้นสำรวจและค้นหา ควรอธิบายรายละเอียดของโปรแกรมและสื่อที่จะใช้ทั้งรูปแบบ เนื้อหา ประเด็นที่จะนำเสนอในสื่อ นั้น ๆ ระยะเวลาในการนำเสนอ กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบการเรียนผ่านสื่อ

3) ขั้นอธิบาย ควรเป็นขั้นที่สังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการค้นหาและรวบรวมเนื้อหาในขั้นก่อนหน้า เพื่อเตรียมข้อมูลสำหรับการระดมสมองคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาต่อไป

4) ขั้นขยายความรู้ ควรระบุรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะใช้ ขั้นตอน ระยะเวลา เครื่องมือที่จะใช้ในการเรียนรู้ การเตรียมความพร้อม หรืออื่น ๆ เป็นต้น

5) ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ หรือการวิพากษ์งาน ระบุ platform ที่ใช้ในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ระบุระยะเวลาหรือเงื่อนไขในการแสดงความคิดเห็น เช่น เปิดโอกาสให้ตัวแทนแสดงความคิดเห็น หรือแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ หรือแสดงความคิดเห็นผ่านกระดานสนทนา เป็นต้น

6) ขั้นประเมิน ในการทดสอบหลังเรียนเป็นการทดสอบประเด็นใด วัดความสามารถหรือทักษะใดควรระบุให้ชัดเจน การประเมินพฤติกรรมรายบุคคลระหว่างการเรียนจะดำเนินการด้วยวิธีใด และผู้สอนคนเดียวสามารถทำได้หรือไม่ ผู้เรียนในชั้นเรียนมีจำนวนกี่คน หากนักเรียนมีจำนวนมากอาจไม่สามารถประเมินรายบุคคลได้ทุกคน แต่อาจจะประเมินในภาพรวมของกิจกรรมกลุ่ม ระบุเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จากการทำใบงานเพื่อพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องของคำสั่งชิ้นงานและเกณฑ์การประเมินการปฏิบัติกิจกรรม ควรมีการระบุประเด็นในการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อนำผลการประเมินที่ได้ไปดำเนินการปรับปรุงต่อไป

7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ การให้ข้อเสนอแนะเป็นการดำเนินการในชั้นเรียน หรือผ่านระบบออนไลน์ และการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เริ่มจากการให้ผู้เรียนทราบและรับรู้ประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข ให้อิสระในการคิดหาแนวทางการแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการสร้างสรรค์ ดังนั้นขั้นตอนการเรียนรู้ควรมุ่งให้ผู้เรียนได้ค้นหาปัญหาตรวจสอบประเด็นปัญหา หาข้อเท็จจริง รวบรวมข้อมูล การใช้คำถาม การคิดหลากหลาย และให้ระยะเวลากับการคิดช่วงหนึ่ง เพื่อให้เกิดการตกตะกอนทางความคิด แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับบริบทมากที่สุด

2.2 จากที่ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลจากการประเมินร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และการแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้พัฒนาต้นแบบของรูปแบบฯ นำเสนอได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้

โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วยรายละเอียด 2 ส่วน ได้แก่ รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

**รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่**

### **ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase)**

ในขั้นตอนนี้ครูมีหน้าที่หลัก คือต้องกระตุ้นให้ความสนใจให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจให้มีความอยากรู้อยากเห็น หรือเป็นการสนทนาเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ครูจะเป็นผู้ตั้งประเด็นคำถามหรือปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้คิดเพื่ออยากที่หาคำตอบ พฤติกรรมที่ครูคาดหวังในขั้นนี้คือนักเรียนจะมุ่งเน้นไปที่ปัญหาของสถานการณ์หรือเหตุการณ์นั้น

### **ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)**

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีหน้าที่หลัก คือจะเมื่อนักเรียนทราบประเด็นปัญหา ขั้นตอนที่ต้องกระทำด้วยตนเองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้นคือการ ค้นหา สำรวจข้อเท็จจริงต่าง ๆ แล้วทำการรวบรวม ข้อมูล เพื่อที่จะนำคำตอบนั้น ๆ มาศึกษาทดลองเพื่อพัฒนาเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาต่อไป

### **ขั้นตอนที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)**

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีบทบาทร่วมกับครู คือเมื่อนักเรียนได้ทำการรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว สิ่งนี้นักเรียนจะดำเนินการต่อเป็นการจัดกระทำกับข้อมูลเพื่อให้เป็นรูปธรรมมากขึ้นที่จะแก้ปัญหา เช่น ในบทเรียนโปรแกรมหุ่นยนต์ที่นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาตามโจทย์ ในขั้นนี้นักเรียนอาจจะอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาออกมาในรูปของการเขียน Flowchart บทบาทของครูคือจะเป็นผู้อธิบายวิธีการเขียน Flowchart และคอยให้คำปรึกษาระหว่างที่นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา ครูสามารถให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น แล้วนำเสนอผลงานของตนเอง

### **ขั้นตอนที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)**

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีหน้าที่หลัก คือ นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่แตกต่างกัน เป็นขั้นทดสอบความสามารถของนักเรียนว่าเกิดการเรียนรู้หรือไม่ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้พัฒนา

ความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้แนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้กับบริบทอื่น ๆ ได้

### **ขั้นตอนที่ 5 ชั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (Exchange Phase)**

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องนำเสนอผลงานหรือแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองอาจมีการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนร่วมชั้น หรือได้รับข้อเสนอแนะจากครู ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทั้งในห้องเรียนและการใช้อินเตอร์เน็ตเมื่อต้องแลกเปลี่ยนทางออนไลน์

### **ขั้นตอนที่ 6 ชั้นประเมิน (Evaluation Phase)**

ในขั้นตอนนี้ครูจะมีหน้าที่หลัก คือเมื่อนักเรียนได้นำเสนอพร้อมทั้งทำการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้แล้วนั้น ครูจะทำการประเมินอย่างเป็นทางการ อาจจะเป็นการประเมินจากผู้ร่วมชั้นเรียนด้วยกัน หรือเป็นการประเมินจากครู จากนั้นให้ข้อเสนอแนะ เพื่อสามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

### **ขั้นตอนที่ 7 ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)**

ในขั้นตอนนี้เป็นความคาดหวังของครูที่จะเห็นนักเรียนสามารถนำความรู้และแนวทางวิธีคิดไปประยุกต์ปรับใช้สำหรับการดำเนินชีวิตประจำวันเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการเรียนรู้ในรายวิชาเนื้อหาอื่น ๆ เพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบที่นักเรียนต้องการ

**องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้**

#### **องค์ประกอบที่ 1 ครู (Teacher)**

ครู คือ ผู้ที่มีหน้าที่หลักคือ ให้ความรู้ ชี้นำ คอยให้คำปรึกษาช่วยเหลือแก่นักเรียน และอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาบทเรียน สื่อการเรียนรู้ หรือเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นต้น และในการจัดการเรียนรู้ครูควรยึดนักเรียนเป็นสำคัญทั้งนี้ควรคำนึงถึงเรื่องความแตกต่างและความต้องการของแต่ละบุคคล

#### **องค์ประกอบที่ 2 นักเรียน (Students)**

นักเรียน คือ ผู้ที่มีหน้าที่หลักคือ เรียนรู้ ดำเนิน ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาหรือรายวิชานั้น ๆ อาจเป็นการเรียนรู้แบบปฏิบัติคนเดียว ปฏิบัติเป็นคู่ หรือปฏิบัติเป็นกลุ่ม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาในบทเรียนและจำนวนนักเรียนต้องมีความสอดคล้องเหมาะสมเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสูงสุด

### องค์ประกอบที่ 3 สื่อการเรียนรู้ (Learning Media)

สื่อการเรียนรู้ คือ สื่อที่นักเรียนใช้ในการเรียนรู้ เปรียบเสมือนตัวกลางหรือช่องทางในการถ่ายทอดองค์ความรู้ ทักษะประสบการณ์ จากแหล่งความรู้ไปสู่ผู้เรียน และทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ครูควรจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้สื่อที่นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้า ประดิษฐ์ สร้าง หรือจัดทำด้วยตัวเอง เพื่อเป็นการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในด้านต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

### องค์ประกอบที่ 4 การวัดและประเมินผล (Measurement and Evaluation)

การวัดและประเมินผล คือ การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในเนื้อหาหรือบทเรียนนั้น ๆ ครูสามารถประเมินผลการเรียนได้ตั้งแต่ก่อนเรียนเพื่อวัดความรู้เดิมอีกทั้งจะเป็นประโยชน์ในด้านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ รวมถึงระหว่างการเรียนรู้สามารถประเมินผลการเรียนในแต่ละครั้งจากการทำใบงานและการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่สำคัญครูควรประเมินผลการเรียนหลังเรียนเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน และทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2.3 นำต้นแบบรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยแต่ละท่านมีคุณสมบัติในความเชี่ยวชาญทางการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวิถีจักรการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประเมินรับรองคุณภาพความตรงความตรงตามเนื้อหา ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน และมีองค์ประกอบของรูปแบบฯ ทั้งหมด 4 องค์ประกอบ โดยมีเกณฑ์การประเมินในการวิเคราะห์ข้อมูลของระดับคะแนนดังนี้ ระดับคะแนน 4.50 – 5.00 หมายความว่า ดีมาก ระดับคะแนน 3.50 – 4.49 หมายความว่า ดี ระดับคะแนน 2.50 – 3.49 หมายความว่า ปานกลาง ระดับคะแนน 1.50 – 2.49 หมายความว่า น้อย และระดับคะแนน 1.00 – 1.49 หมายความว่า น้อยมาก (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552)

**ตารางที่ 4.1** ผลการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จากผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมินรับรองรูปแบบฯ	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปล ความหมาย
<b>ตอนที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</b>			
1. หลักการ ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบฯ	4.33	0.47	ดี
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบฯ	4	0.82	ดี
3. ขั้นตอนในการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ	4	0.82	ดี
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4	0.82	ดี
5. เครื่องมือที่ใช้ในการเรียนตามรูปแบบฯ	4.33	0.47	ดี
6. การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบฯ	3.67	0.47	ดี
<b>ตอนที่ 2 ขั้นตอนการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</b>			
<b>ขั้นที่ 1 ไร่้ความสนใจ</b>			
1.1 การปฐมนิเทศและทดสอบก่อนเรียน	3.33	0.47	ปานกลาง
1.2 การอธิบายโปรแกรม/สื่อในการเรียนรู้	3.67	0.47	ดี
1.3 ชมสื่อวีดิทัศน์สถานการณ์ที่เป็นปัญหา	4.33	0.47	ดี
1.4 สนทนาเกี่ยวกับหัวข้อที่ต้องการสอนร่วมกัน	4.33	0.47	ดี
<b>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา</b>			
2.1 ผู้เรียนศึกษาสื่อการเรียนรู้	4.33	0.47	ดี
2.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ	4.33	0.47	ดี

รายการประเมินรับรองรูปแบบฯ	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปล ความหมาย
2.3 ทำใบงานเดี่ยวจากการชมสื่อวีดิทัศน์	3.67	0.47	ดี
<b>ขั้นที่ 3 อธิบาย</b>			
3.1 ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมในการเรียนรู้	3	0.82	ปานกลาง
3.2 ผู้เรียนแก้ปัญหาจากการเรียนรู้	3.33	0.47	ปานกลาง
3.2 ผู้สอนให้คำปรึกษา แนะนำการเรียนรู้	3.67	0.47	ดี
<b>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้</b>			
4.1 ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม (เก่ง กลาง อ่อน) ร่วมกัน ศึกษาสื่อการเรียนรู้	4.33	0.47	ดี
4.2 ผู้เรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติกิจกรรมการ เรียนรู้	4.33	0.47	ดี
4.3 ผู้เรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา	4.33	0.47	ดี
<b>ขั้นที่ 5 แลกเปลี่ยนการเรียนรู้</b>			
5.1 ผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นใน กิจกรรมกลุ่ม	4.33	0.47	ดี
5.2 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานจาก กิจกรรมการเรียนรู้	4.33	0.47	ดี
5.3 ผู้สอนให้ข้อเสนอแนะจากการนำเสนอ ผลงาน	4.33	0.47	ดี
<b>ขั้นที่ 6 ประเมินผล</b>			
6.1 ผู้เรียนรับการประเมินจากผู้สอน	4	0	ดี
6.2 ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นต่อเพื่อนต่าง กลุ่ม	4.33	0.47	ดี
<b>ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้</b>			

รายการประเมินรับรองรูปแบบฯ	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปล ความหมาย
7.1 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายความรู้	4.33	0.47	ดี
7.2 ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้รับผ่านกระดาน สนทนา	4.33	0.47	ดี
7.3 ทดสอบหลังเรียน	3.33	0.47	ปานกลาง
<b>ตอนที่ 3 การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการ เรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</b>			
1. การทดสอบความรู้พื้นฐานก่อนเรียน	4	0.82	ดี
2. การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ก่อนเรียน	4.33	0.47	ดี
3. การประเมินพฤติกรรมรายบุคคลระหว่าง การจัดการเรียนรู้	4	0	ดี
4. การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์จากการทำใบงาน	4.33	0.47	ดี
5. การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์จากการลงมือปฏิบัติ กิจกรรม/เกม	4.67	0.47	ดีมาก
6. การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนหลัง การเรียนรู้ตามรูปแบบฯ	4.33	0.47	ดี
7. การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์หลังเรียน	4	0.82	ดี
8. การทดสอบความรู้พื้นฐานหลังเรียน	3.33	0.47	ปานกลาง
<b>ตอนที่ 4 การใช้งานรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</b>			
1. รูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ใน	4.33	0.47	ดี

รายการประเมินรับรองรูปแบบฯ	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปล ความหมาย
ห้องเรียนได้จริง			
2. กิจกรรม/เครื่องมือสามารถนำไปใช้ตาม รูปแบบฯ ได้จริง	4.33	0.47	ดี
3. ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ ฯ	3.67	0.47	ดี
4. รูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริม ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ได้จริง	4	0.82	ดี
<b>รวม</b>	<b>4.05</b>	<b>0.51</b>	<b>ดี</b>

จากตารางที่ 4.1 การประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พบว่าในภาพรวมของรูปแบบฯ ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่า รูปแบบฯ มีความเหมาะสมดี แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดลองใช้ และได้รับความคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิจากการประเมินรับรองรูปแบบฯ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับภาพรวมของรูปแบบฯ เขียนบรรยายรายละเอียดของรูปแบบฯ แต่ละขั้นตอน เช่น การใช้งาน สื่อ บทบาทผู้สอน บทบาทผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ กลยุทธ์การเรียนการสอน การประเมิน เป็นต้น และระบุวิธีการและขั้นตอนการประเมินผล ชี้แจงการประเมินว่าจะประเมินด้วยวิธีใดในขั้นใด และเป็นการประเมินเพื่อรายงานผลในลักษณะพัฒนาผู้เรียนให้มีความก้าวหน้า

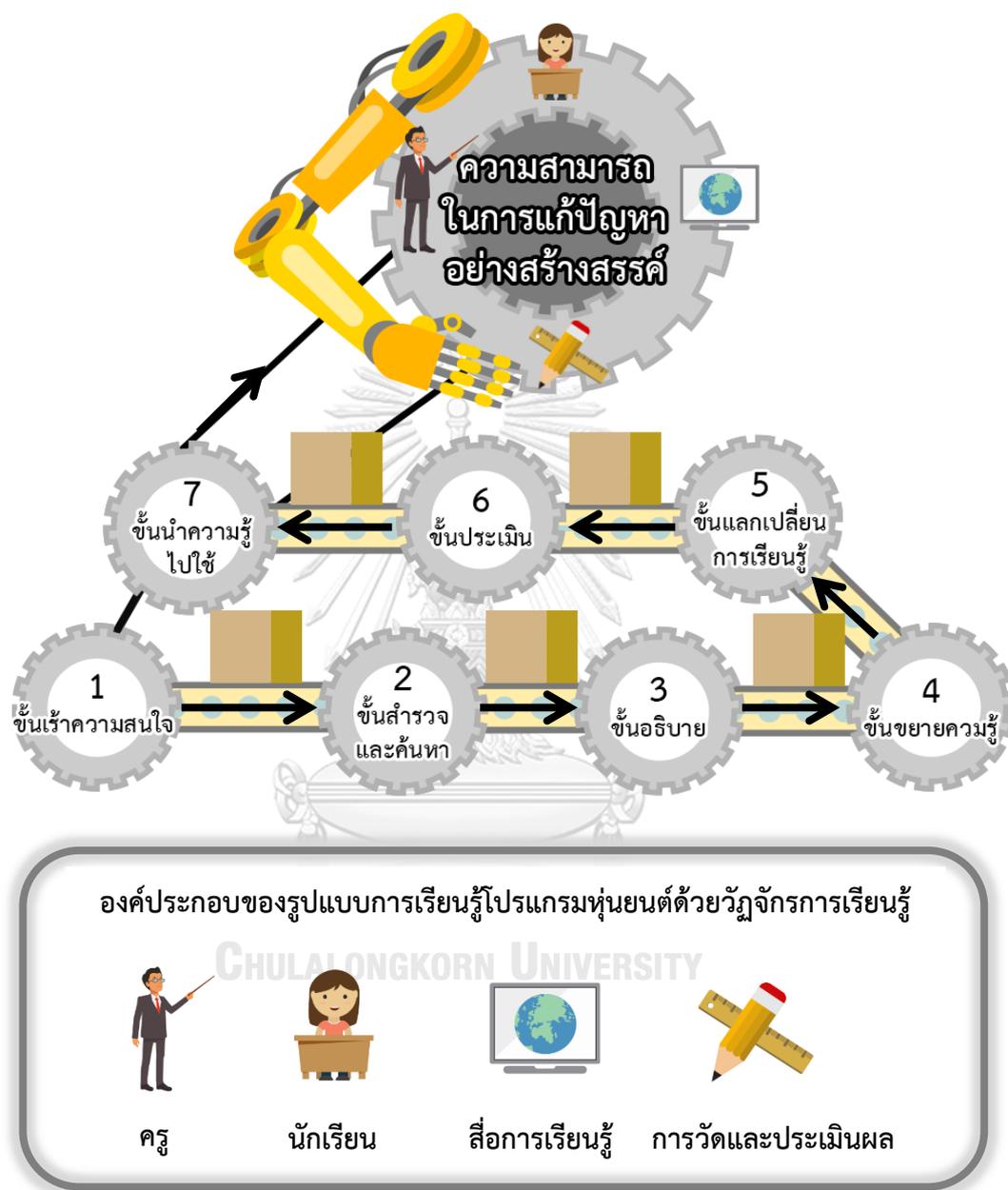
2. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ระบุรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะใช้ ขั้นตอน ระยะเวลา เครื่องมือที่จะใช้ในการเรียน การเตรียมความพร้อมและการทดสอบก่อนและหลังเรียนควรเป็นการทดสอบที่วัดความสามารถมากกว่าการทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์

3. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนตามรูปแบบฯ ระบุเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากการทำงานกิจกรรมและการทำใบงาน และระบุประเด็น วัตถุประสงค์ในการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

4. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานของรูปแบบฯ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เริ่มจากการให้ผู้เรียนทราบและรับรู้ประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข ให้อิสระในการคิดหาแนวทางแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการสร้างสรรค์ หาข้อเท็จจริง รวบรวมข้อมูล มีวิธีการคิดสร้างสรรค์ที่หลากหลายทั้งการเปรียบเทียบ การระดมสมอง การใช้คำถาม และการใช้ระยะเวลากับการคิดช่วงหนึ่งเพื่อให้เกิดการตกตะกอนทางความคิด แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับบริบทมากที่สุด



รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ  
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่ผ่านการประเมินรับรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ นำเสนอตั้ง



แผนภาพที่ 4.2 รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E  
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่ผ่านการรับรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ

## ตอนที่ 2 การศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การศึกษาผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้ ผู้วิจัยนำไปทดลองกับตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ผู้วิจัยทำการทดลองในปีการศึกษา 2560 รวมจำนวนทั้งสิ้น 25 คน ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที แล้วดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งการศึกษาผลการทดลองออกเป็น 4 ตอน มีรายละเอียดดังนี้

### 2.1 รายละเอียดของตัวอย่าง

2.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียนของตัวอย่างจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.3 ผลการวิเคราะห์คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

2.4 ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

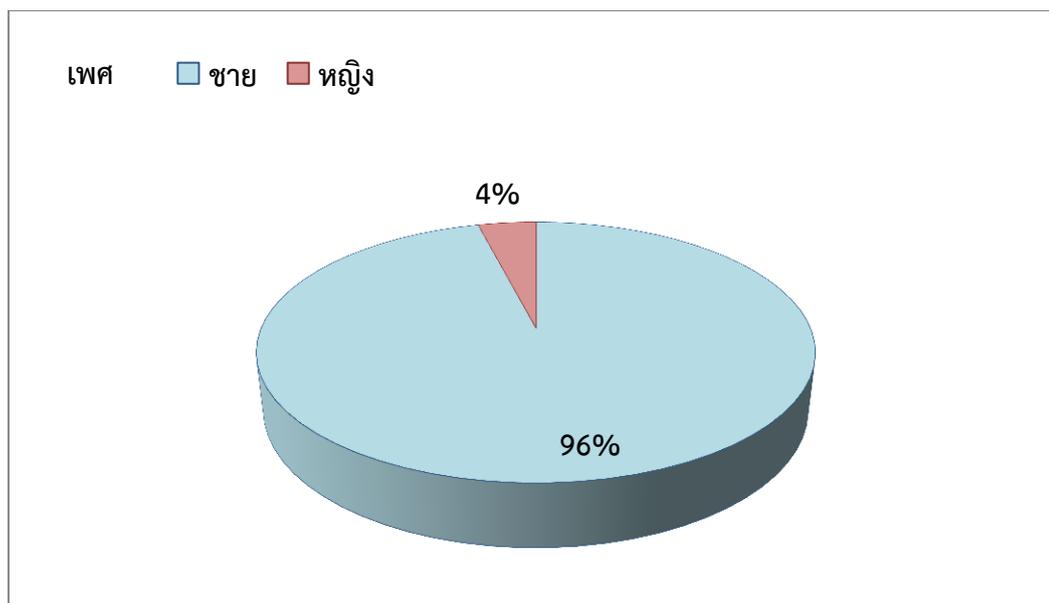
### 2.1 รายละเอียดของตัวอย่าง

รายละเอียดของตัวอย่าง ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสนใจเรียนในวิชาเลือกเพิ่มเติมจึงลงทะเบียนเรียนในวิชา หุ่นยนต์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

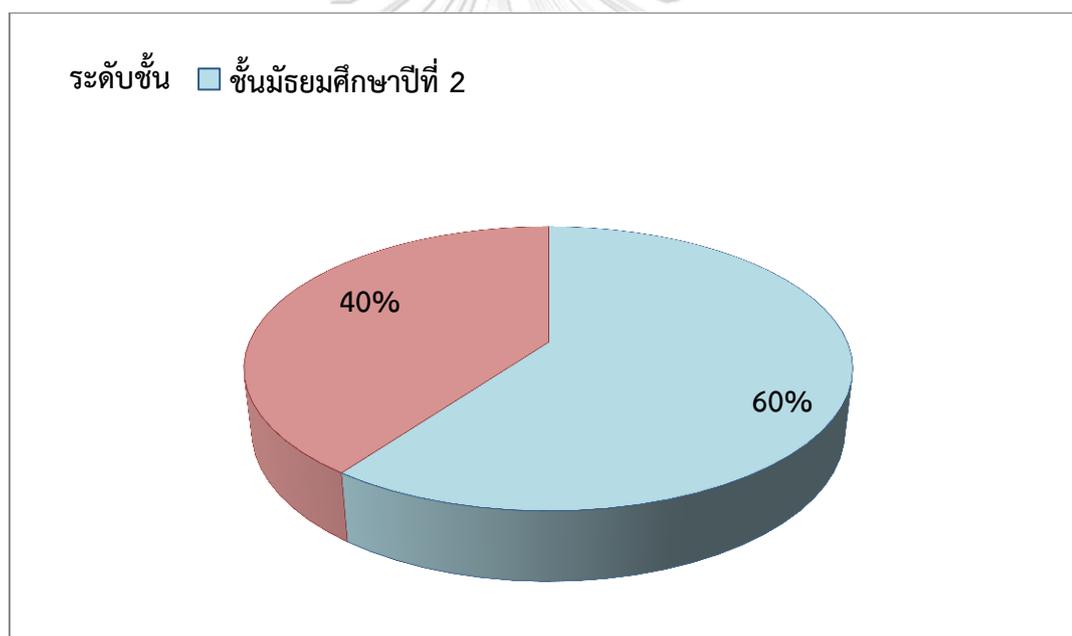
ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลทั่วไปของตัวอย่าง

สถานภาพ	n = 25	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
1. ชาย	24	96
2. หญิง	1	4
<b>รวม</b>	<b>25</b>	<b>100</b>
ระดับชั้น		
1. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	15	60
2. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	10	40
<b>รวม</b>	<b>25</b>	<b>100</b>

จากตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่างที่ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง เป็นเพศชาย 24 คน คิดเป็นร้อยละ 96 เป็นเพศหญิง 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4 เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 40



แผนภาพที่ 4.3 แสดงรายละเอียดตัวอย่าง (สถานภาพ: เพศ)



แผนภาพที่ 4.4 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง (สถานภาพ: ระดับชั้น)

## 2.2 ผลการคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวอย่างจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวอย่างจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวอย่าง

คะแนนความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	คะแนน	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	20	9.16	1.55	8.196**	.000
หลังเรียน	20	13.10	1.60		

\*\* P < .05

จากตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวอย่าง พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของตัวอย่างหลังเรียนได้ค่าเฉลี่ย  $\bar{X} = 13.10$ , S.D. = 1.60 ส่วนคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนของตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย  $\bar{X} = 9.16$ , S.D. = 1.55 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 2.3 ผลการวิเคราะห์คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

ผลการวิเคราะห์คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนระหว่างเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังแสดงตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ของตัวอย่าง

คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ ในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์	คะแนน	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	t	Sig.
<b>ทำความเข้าใจปัญหา</b>					
ครั้งที่ 1	3	2.12	.67	-2.377**	.026
ครั้งที่ 4	3	2.48	.51		
<b>จำลองความคิด</b>					
ครั้งที่ 1	3	2.00	.76	-1.541**	.136
ครั้งที่ 4	3	2.24	.56		
<b>ตัดสินใจและดำเนินการ</b>					
ครั้งที่ 1	3	2.24	.88	-2.295**	.031
ครั้งที่ 4	3	2.72	.46		
<b>สนับสนุนคำตอบ</b>					
ครั้งที่ 1	3	1.96	.89	-2.213**	.037
ครั้งที่ 4	3	2.44	.51		
<b>รวม</b>					
ครั้งที่ 1	12	8.32	1.89	-4.927**	.000
ครั้งที่ 4	12	9.88	1.45		

\*\* P < .05

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ของตัวอย่าง พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ครั้งที่ 4 ได้ค่าเฉลี่ย  $\bar{X} = 9.88$ , S.D. = 1.45 ส่วนคะแนน

พฤติกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ย  $\bar{X} = 8.32$ , S.D. = 1.89 ผลการเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ของตัวอย่างพบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ครั้งที่ 4 หรือหลังเรียน สูงกว่า ครั้งที่ 1 หรือก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แบ่งเป็นรายตอน พบว่า คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทุกด้านมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 2.3 ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจสำหรับนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แสดงดังตารางที่ โดยมีเกณฑ์ในการวิเคราะห์ ดังนี้ 4.50 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด 3.5 – 4.49 หมายถึง พึงพอใจมาก 2.50 – 3.49 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง 1.50 – 2.49 หมายถึง พึงพอใจน้อย และ 1.00 – 1.49 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552)

ตารางที่ 4.5 แสดงการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจสำหรับนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมินความพึงพอใจ	ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจ		
	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	แปล ความหมาย
<b>ขั้นที่ 1 เข้าใจความสนใจ</b>			
1.1 ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน	4.52	0.81	มากที่สุด
1.2 ครูให้สถานการณ์เพื่อให้นักเรียน แก้ปัญหา	4.36	0.69	มาก
<b>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา</b>			
2.1 กิจกรรมรู้จักหุ่นยนต์ IPST-SE ศึกษา และรวบรวมความรู้จากสื่อวีดิทัศน์เสริมความรู้	4.8	0.40	มากที่สุด

รายการประเมินความพึงพอใจ	ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจ		
	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	แปล ความหมาย
“How to assemble ibot”			
2.2 กิจกรรมควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้น ศึกษาและรวบรวมความรู้การเขียนโปรแกรมจาก บทเรียนออนไลน์	4.32	0.79	มาก
2.3 กิจกรรมหุ่นยนต์พิชิตเขาวงกต ศึกษา รวบรวมความรู้จากการเขียนโปรแกรมและจาก ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา	4.36	0.62	มาก
<b>ขั้นที่ 3 อธิบาย</b>			
3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดจากสื่อ วีดิทัศน์ “How to assemble ibot” เพื่อ ประกอบหุ่นยนต์	4.60	0.49	มากที่สุด
3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดจาก บทเรียนหุ่นยนต์เพื่อตอบคำถามจำลองความคิด	4.56	0.70	มากที่สุด
3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดทดลอง เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และแก้ปัญหาตาม ภารกิจ	4.76	0.71	มากที่สุด
<b>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้</b>			
4.1 นักเรียนขยายความรู้ของตัวเองโดยการ ทำใบงาน	4.48	0.57	มาก
4.2 นักเรียนขยายความรู้ของตัวเองโดยการ บันทึกวิดีโอพร้อมอธิบายหลักการควบคุม	4.84	0.37	มากที่สุด
<b>ขั้นที่ 5 แลกเปลี่ยนการเรียนรู้</b>			
5.1 นักเรียนนำเสนอการประกอบหุ่นยนต์	4.32	0.68	มาก

รายการประเมินความพึงพอใจ	ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจ		
	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	แปล ความหมาย
5.2 นักเรียนนำเสนอ Flowchart จำลอง ความคิด	4.16	0.97	มาก
5.3 นักเรียนเผยแพร่วิดีโอการแก้ปัญหา ควบคุมหุ่นยนต์	4.84	0.37	มากที่สุด
5.4 นักเรียนร่วมกันซักถามแลกเปลี่ยน ความคิด/วิธีการ	4.52	0.57	มากที่สุด
<b>ชั้นที่ 6 ประเมิน</b>			
6.1 ครูประเมินการประกอบหุ่นยนต์ จาก กิจกรรมใบงานและการบันทึกภาพระหว่างปฏิบัติ กิจกรรม	4.44	0.98	มาก
6.2 ครูประเมินการควบคุมหุ่นยนต์ จากการ บันทึกวิดีโอผลงานการแก้ปัญหาในการควบคุม หุ่นยนต์ของนักเรียน	4.72	0.45	มากที่สุด
6.3 นักเรียนประเมินตนเองจากการบันทึก หลังการเรียนรู้	4.52	0.64	มากที่สุด
<b>ชั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้</b>			
7.1 นักเรียนตอบคำถามสะท้อนการเรียนรู้ จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์	3.88	0.86	มาก
7.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุป ความรู้หลังการปฏิบัติกิจกรรม	4.52	0.85	มากที่สุด
<b>รวม</b>	<b>4.50</b>	<b>0.66</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 4.5 แสดงการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจสำหรับนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ นี้ ในภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D.= 0.66) เมื่อพิจารณาเป็นรายขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แล้วนั้น ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ มีดังนี้ 1) ชั้นเ้าความสนใจ อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.44$ ) 2) ชั้นสำรวจและค้นหา อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.49$ ) 3) ชั้นอธิบาย อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.64$ ) 4) ชั้นขยายความรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.66$ ) 5) ชั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.46$ ) 6) ชั้นประเมิน อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.56$ ) และ 7) ชั้นนำความรู้ไปใช้ อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.2$ )

#### ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

หลังจากการเรียนรู้เกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์ตามรูปแบบฯ นักเรียนทั้งในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้แสดงความคิดเห็นสะท้อนการเรียนรู้ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบฯ สรุปได้ว่า จากการเรียนในรายวิชาหุ่นยนต์ สิ่งที่ได้จากการเรียน สิ่งแรกคือ ได้รับความรู้ในเรื่องของการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์นั่นคือ การเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาซี ซึ่งถือเป็นความรู้ที่มีความยากแต่เมื่อนำมาใช้ในการเรียนโปรแกรมหุ่นยนต์ทำให้มีความน่าสนใจมากขึ้น ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมในการควบคุมหุ่นยนต์ทำให้มองเห็นภาพมากกว่าการเรียนแบบบรรยายและการเขียนโปรแกรมแบบทั่วไปทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น นอกจากความรู้ที่ได้รับแล้วนั้น นักเรียนยังสามารถลงมือแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูเป็นผู้กำหนดได้อย่างสร้างสรรค์ ได้หาแนวทางวิธีใหม่ ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งยังได้ทำกิจกรรมและภารกิจต่าง ๆ ได้รับความสนุกสนาน ที่สำคัญได้ช่วยกันระดมความคิดตอบคำถาม เกิดความสามัคคีในหมู่คณะ นอกจากนั้นนักเรียนจะได้รับฟังการแสดงความคิดเห็นของเพื่อน ๆ ในการประเมินและแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ที่สามารถนำเทคนิควิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเพื่อนแต่ละกลุ่มมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ อีกด้วย ดังแสดงรายละเอียดของข้อความสนับสนุนต่อไปนี้

“ผมได้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหา การวางแผน ที่สำคัญผมต้องใช้จินตนาการในการมองภาพของหุ่นยนต์ที่จะวิ่งก่อนเขียนโปรแกรม แล้วก็ทำให้ผมได้รับความรู้เกี่ยวกับหลักการเขียนโปรแกรม Arduino และการเขียนภาษาซี”

“ได้เรียนรู้การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น เพื่อให้หุ่นยนต์เดินตามที่เราต้องการ เรียนรู้หลักการในการแก้ปัญหาจากปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งบางปัญหาต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์มาช่วย เนื่องจากมีเวลาจำกัดจึงต้องเลือกวิธีใหม่ ๆ ทำให้สนุกดีครับ”

“วิชานี้ทำให้ผมต่อหุ่นยนต์เป็น รู้จักหุ่นยนต์ที่หน้าตาไม่เหมือนหุ่นยนต์ครับ ผมได้ฝึกการเขียนโปรแกรมสั่งให้หุ่นยนต์แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ทำงานร่วมกับเพื่อน เกิดความสามัคคี”

“ได้รับความสนุกสนานจากการแข่งขันในภารกิจต่าง ๆ อยากให้ครูมีของรางวัลเยอะ ๆ ได้รับความรู้เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี ซึ่งไม่เคยเรียนมาก่อนอยากครับแต่ก็สนุกดี”

“ได้รับความรู้ที่แปลกใหม่ที่ผมไม่เคยเรียนมาก่อน ทำให้ผมชอบเรื่องหุ่นยนต์มากขึ้น แต่อยากให้ครูแจกคู่มือการเขียนโปรแกรม เพราะเวลาเขียนต้องสลับหน้าจอลงทำให้ลำบากนิดหน่อยครับ”

“การเรียนวิชานี้ทำให้ผมฝึกการแก้ปัญหาเฉพาะได้ เพราะบางสัปดาห์หุ่นของผมก็วิ่งดี พอมาอีกสัปดาห์หุ่นของผมเป็นอะไรก็ไม่รู้ครับ ทำให้ต้องหาสาเหตุไปเรื่อย ๆ ”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตอนที่ 3 การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์**

ในการนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้ หลังจากที่มีผู้วิจัยได้ศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบฯ เรียบร้อยแล้วนั้น จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาปรับปรุงแล้วนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินรับรองรูปแบบฯ โดยมีเกณฑ์การประเมินในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้ 4.50 – 5.00 หมายความว่า ดีมาก 3.50 – 4.49 หมายความว่า ดี 2.50 – 3.49 หมายความว่า ปานกลาง 1.50 – 2.49 หมายความว่า น้อย และ 1.00 – 1.49 หมายความว่า น้อยมาก (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) ซึ่งผลการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมจากการประเมินรับรองรูปแบบฯ

รายการประเมินรับรองรูปแบบฯ	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปล ความหมาย
<b>ตอนที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมahunยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</b>			
1.1 หลักการ ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ฯ	5	0	ดีมาก
1.2 รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมahunยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E	5	0	ดีมาก
1.3 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ฯ	4.33	0.47	ดี
1.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	5	0	ดีมาก
1.5 การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ	4.67	0.47	ดีมาก
1.6 การใช้งานของรูปแบบการเรียนรู้ฯ	5	0	ดีมาก
<b>ตอนที่ 2 รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมahunยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</b>			
2.1 ชั้นเร้าความสนใจ	5	0	ดีมาก
2.2 ชั้นสำรวจและค้นหา	4.33	0.47	ดี
2.3 ชั้นอธิบาย	4.33	0.47	ดี
2.4 ชั้นขยายความรู้	5	0	ดีมาก
2.5 ชั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้	5	0	ดีมาก
2.6 ชั้นประเมินผล	5	0	ดีมาก
2.7 ชั้นนำความรู้ไปใช้	5	0	ดีมาก

รายการประเมินรับรองรูปแบบฯ	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปล ความหมาย
<b>ตอนที่ 3 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีดิทัศน์การเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</b>			
3.1 ครู	5	0	ดีมาก
3.2 นักเรียน	5	0	ดีมาก
3.3 สื่อการเรียนรู้	5	0	ดีมาก
3.4 การวัดและประเมินผล	5	0	ดีมาก
<b>ตอนที่ 4 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</b>			
4.1 ทำความเข้าใจปัญหา	5	0	ดีมาก
4.2 จำลองความคิด	5	0	ดีมาก
4.3 ตัดสินใจและดำเนินการ	5	0	ดีมาก
4.4 สนับสนุนคำตอบ	5	0	ดีมาก
<b>ตอนที่ 5 การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีดิทัศน์การเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</b>			
5.1 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน	4.67	0.47	ดีมาก
5.2 การประเมินพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์	5	0	ดีมาก
5.3 การประเมินใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์	5	0	ดีมาก
5.4 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรมภารกิจ	5	0	ดีมาก
5.5 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน	5	0	ดีมาก

รายการประเมินรับรองรูปแบบฯ	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปล ความหมาย
<b>ตอนที่ 6 การใช้งานรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</b>			
6.1 รูปแบบการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในห้องเรียนได้จริง	5	0	ดีมาก
6.2 กิจกรรม/เครื่องมือสามารถนำไปใช้ตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ ได้จริง	5	0	ดีมาก
6.3 ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ	5	0	ดีมาก
6.4 รูปแบบการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้จริง	5	0	ดีมาก
<b>รวม</b>	<b>4.91</b>	<b>0.08</b>	<b>ดีมาก</b>

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ในภาพรวมจากการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่ารูปแบบฯ มีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปใช้ได้

นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมการนำรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปใช้ในสถานการณ์จริง ดังนี้

1. ควรระบุสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้ชัดเจน เพื่อประโยชน์ต่อครูที่มีความสนใจรูปแบบฯ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
2. ในขั้นตอนของรูปแบบฯ ในขั้นอธิบาย ควรอธิบายรายละเอียดของกิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติหรือความรู้จะได้ในขั้นนี้ นอกเหนือจากการระดมความคิด ควรเพิ่มเติมในส่วนนี้

3. การวัดและประเมินผล ที่มีทั้งการประเมินระหว่างทางและปลายทาง ควรเพิ่มการประเมินระหว่างนักเรียนด้วย



## บทที่ 5 ผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยนำเสนอรายละเอียดของรูปแบบฯ โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

### ตอนที่ 1 บทนำ ประกอบด้วย

1. หลักการและเหตุผลของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตอนที่ 2 รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

1. รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
2. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตอนที่ 3 การนำรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เมื่อนำไปใช้ปฏิบัติ

1. วิธีการนำรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปใช้
2. เงื่อนไขของการนำรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปใช้

## ตอนที่ 1

### บทนำ

#### หลักการและเหตุผล

จากความเปลี่ยนแปลงของสังคมไทยในปัจจุบัน เดิมจากยุคเกษตรกรรมสู่ยุคอุตสาหกรรม จนกระทั่งได้ก้าวเข้าสู่โลกยุคดิจิทัลอย่างเต็มตัว ส่งผลให้การดำรงชีวิตรวมทั้งภาวะทางเศรษฐกิจ ดำเนินไปอย่างรวดเร็ว การติดต่อสื่อ การเข้าถึงแหล่งข้อมูลผ่านโลกออนไลน์มีปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้คุณลักษณะของเด็กเปลี่ยนแปลงไปประกอบกับการปรับตัวและแก้ปัญหาของมนุษย์เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ ความสามารถและทักษะการแก้ปัญหาจึงเป็นคุณลักษณะที่พึงมีในสังคมปัจจุบัน บุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหานั้นย่อมมีโอกาสที่จะไปสู่เป้าหมายที่ดีได้กว่าผู้ที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ความสามารถในการแก้ปัญหาจึงสามารถฝึกฝนได้และการฝึกฝนนี้จะเป็นความสามารถหนึ่งที่ครูผู้สอนพึงรู้ เพื่อที่จะนำไปพัฒนาและปลูกฝังให้กับผู้เรียนสามารถดำรงตนได้อย่างมีคุณภาพ เตรียมพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21

ความเปลี่ยนแปลงที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นของการปรับเปลี่ยนจุดเน้นในการพัฒนาคุณภาพคนในสังคมไทยให้สามารถดำรงตนอย่างมีคุณธรรม และมีความรอบรู้เท่าทัน พร้อมทั้งมีสมรรถนะ ทักษะและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการดำรงชีวิต โดยสมรรถนะที่นักเรียนพึงมี ได้แก่ ความสามารถในการคิด เช่น คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นต้น อันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศ จุดเน้นที่จะนำไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวจึงสอดคล้องกับนโยบายของการจัดการศึกษาไทยในปัจจุบันคือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมผู้เรียนให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะทางเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และสามารถดำรงตนได้อย่างถาวร ครูผู้สอนจึงได้เล็งเห็นถึงกระบวนการในการจัดการเรียนรู้มากขึ้น โดยเริ่มจากการเน้นกระบวนการมากกว่าเนื้อหา ได้แก่ กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางเทคโนโลยี เป็นต้น ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยได้พบปัญหาด้านการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ จำนวนผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีลดลงในทุกๆระดับ อีกทั้งการประเมินผลทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติอันได้แก่ การทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน โดยผลการทดสอบบ่งชี้ว่าการศึกษาวissenschaft และคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำโดยเฉลี่ย และประเด็นปัญหาสำคัญอีกประการคือ การจัดการศึกษาวissenschaft และเทคโนโลยีไม่สนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติทั้งในปริมาณและคุณภาพซึ่งต้องการ

กำลังคนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการผลิตและการบริการที่มีการแข่งขันสูงในอนาคต

ความจำเป็นในการพัฒนากำลังคนที่ไม่เพียงจะให้ความสำคัญ ทางด้านการมีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี แต่ต้องสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ดังกล่าวในการดำรงชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ อีกทั้งทักษะที่พร้อมสำหรับโลกในศตวรรษ ที่ 21 กล่าวคือ เป็นผู้ที่มีทักษะ ด้านชีวิตและอาชีพ ซึ่งทักษะต่าง ๆ เหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นในการส่งเสริมการทำงานและประกอบอาชีพ ทักษะดังกล่าวถือเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยเสริมสร้างให้เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์และสร้างอัตรากำลังเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิต แนวทางการจัดการศึกษาไทยจึงได้มีการปรับยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้เน้นความรู้และทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพ ในเศรษฐกิจและในสังคมยุคที่มีการแข่งขันสูงโดยได้นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มาเผยแพร่ให้กับสถานศึกษา หน่วยงานทางด้านการศึกษาและบุคลากรการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้เยาวชนไทยได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ที่แก้ปัญหา รวมทั้งเห็นความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีต่อไป

การจัดการเรียนรู้ของนักเรียนไทยในรูปแบบของการบูรณาการที่จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ทักษะในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ครูควรมีสื่อที่มีความน่าสนใจมาช่วยดึงดูดให้นักเรียนเข้าสู่กระบวนการกิจกรรมก่อน จากนั้นนักเรียนจะค่อย ๆ ซึมซับความรู้และทักษะจากการทำกิจกรรมอย่างไม่รู้ตัว เช่น ของเล่น เกมส์ วิดีทัศน์ หรือแม้แต่หุ่นยนต์ที่จะเป็นตัวช่วยให้เห็นถึงสื่อที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมสะเต็มได้ การบูรณาการความรู้ต่าง ๆ ด้วยหุ่นยนต์จะเห็นได้ว่าสาระการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้รับนั้นไม่ใช่แค่วิชาความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์ หรือวิชาคอมพิวเตอร์เท่านั้นแต่ยังมีความรู้ด้านอื่น ๆ รวมอยู่ด้วย เช่น ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ จะได้รับความรู้ในเรื่องชิ้นส่วนและการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เป็นต้น หุ่นยนต์ จึงเป็นสื่อการเรียนรู้อีกชนิดหนึ่งที่สามารถเป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงความรู้บูรณาการสาระต่าง ๆ สำหรับนักเรียนได้เป็นอย่างดีและยังเป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งยังตอบสนองต่อการเรียนรู้แบบสะเต็มที่จะนำพาให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมให้ผลผลิตใหม่ ๆ ได้เช่นกัน

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จึงเป็นการแก้ปัญหารูปแบบหนึ่งที่มุ่งหาคำตอบรวมถึงการพัฒนาสถานะที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยเป็นทำงานร่วมกันระหว่างการคิดสร้างสรรค์ การคิดวิจารณ์ญาณ และการคิดในรูปแบบต่าง ๆ ว่าดีหรือไม่ จนถึงระยะหนึ่งจึงพิจารณาความคิดเห็นเหล่านั้นเพื่อทำการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนได้วิธีที่ดีที่สุด จากนั้นวางแผนการแก้ปัญหาและจึงนำไป

แก้ปัญหาโดยเชื่อมั่นว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาและควบคุมตนเองได้ ด้วยความรอบคอบและสมบูรณ์ การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แนวทางการแก้ปัญหาอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งผ่านการศึกษาและวิจัยมาว่า เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่อิงกับสาระการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยฝึกให้ทำความเข้าใจกับปัญหา ฝึกการมองปัญหาโดยใช้ทั้งความรู้สึกและมุ่งแก้ปัญหา ทำให้การดำเนินการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยได้พิจารณาปัญหาข้างต้นและการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าวิธีการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นคือ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เนื่องจากการแก้ปัญหามีการดำเนินการตามขั้นตอน ผู้แก้ปัญหาต้องทำความเข้าใจปัญหาผ่านการสืบเสาะหาความรู้ แล้วจึงวางแผนแก้ปัญหา อาจมีความจำเป็นที่จะต้องย้อนกลับมาพิจารณาปัญหาเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาให้มากขึ้น หรือทำความเข้าใจกับปัญหาใหม่ จนกว่าจะเกิดข้อค้นพบวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบกับเหตุผลที่ว่าเด็กไทยในปัจจุบันยังขาดกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถคิดและแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เต็มตามศักยภาพ ซึ่งวิธีการในการแก้ปัญหานี้ คือ การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม เน้นผู้เรียนให้ฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แสวงหา และสรุปสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การที่ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E โดยเป้าหมายที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E คือ เน้นความสำคัญของการถ่ายโอนความรู้ ให้นักเรียนเป็นผู้ควบคุมและนำตนเองดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชานั้น ๆ

จากที่มาและความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อที่จะได้นำรูปแบบฯ จากการศึกษาครั้งนี้ไปพัฒนาในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

**วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์**

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3. เพื่อนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริม  
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



## ตอนที่ 2

### รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

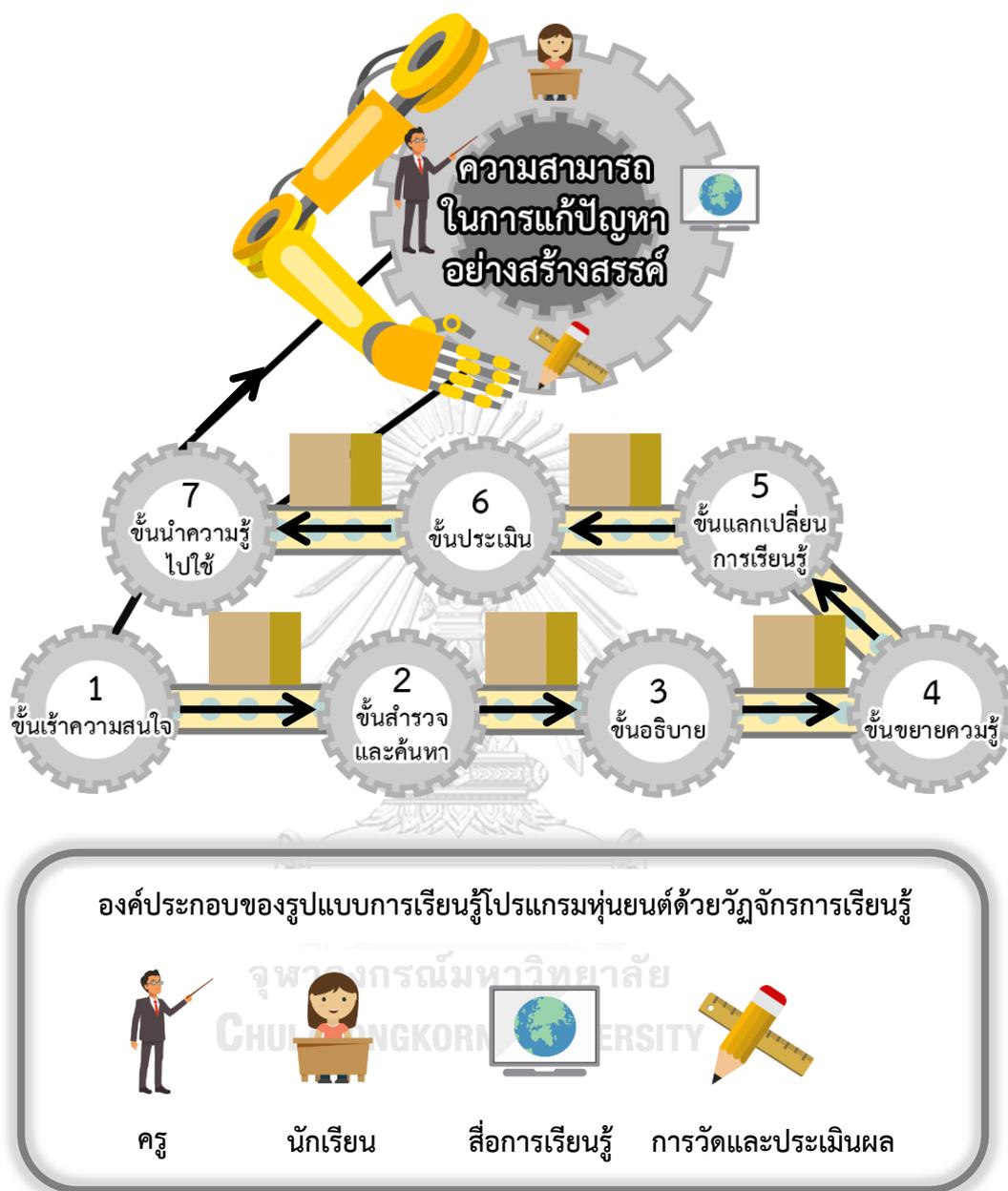
รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วยรายละเอียด 2 ส่วน ได้แก่ รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

### รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)
3. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)
5. ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (Exchange Phase)
6. ขั้นประเมิน (Evaluation Phase)
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

### องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ครู (Teacher)
2. นักเรียน (Students)
3. สื่อการเรียนรู้ (Learning Media)
4. การวัดและประเมินผล (Measurement and Evaluation)



แผนภาพที่ 5.1 แสดงรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

## รายละเอียดของรูปแบบการการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รูปแบบการการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

### ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูมีหน้าที่หลัก คือ ครูกระตุ้นให้มีความสนใจให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจ เกิดข้อสงสัยหรือมีความอยากรู้อยากเห็น โดยในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนครูจะตั้งคำถามกระตุ้นความคิด หรือให้สถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนจะต้องใช้ความคิดเพื่อตอบคำถาม แสดงความสนใจใฝ่รู้ อยากรู้ ศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์ สำหรับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ที่สื่อการเรียนรู้ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็น ขั้นสร้างความสนใจสื่อการเรียนรู้ที่ครูต้องมีการเตรียมการและมีความพร้อม ได้แก่ ชุดโปรแกรมและอุปกรณ์หุ่นยนต์ เว็บไซต์ที่เป็นช่องทางในการจัดการเรียนรู้ ใบงาน สำหรับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ และสื่อวีดิทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ การวัดและการประเมินผลในขั้นสร้างความสนใจนี้ คือการสังเกตพฤติกรรมในการตอบคำถาม โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ซึ่งมีเกณฑ์ในการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ โดยเฉพาะ แบ่งได้เป็น 4 ระดับ คือ ให้คะแนนพฤติกรรม เท่ากับ 0 คะแนน หมายถึง ระดับเริ่มต้น 1 คะแนน หมายถึง ระดับกำลังพัฒนา 2 คะแนน หมายถึง ระดับคล่องแคล่ว และ 3 คะแนน หมายถึง ระดับเป็นแบบอย่างได้

### ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

ในขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะมีหน้าที่หลัก คือ นักเรียนศึกษาและรวบรวมความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์ สืบเนื่องมาจากคำถามที่ครูได้ถามหรือให้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในขั้นสร้างความสนใจ จากสื่อการเรียนรู้ ได้แก่ บทเรียนโปรแกรมหุ่นยนต์ออนไลน์ วีดิทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ และเว็บไซต์โปรแกรมที่เป็นช่องทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ ในขั้นนี้ครูควรทำหน้าที่เพียงให้สื่อการเรียนรู้ เพื่อประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนที่ได้ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมความรู้ ความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์นี้ ควรจัดกิจกรรมกลุ่ม โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน เพื่อนักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ได้อย่างครอบคลุมและทั่วถึง การวัดและประเมินผล ครูสามารถประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนจากพฤติกรรมทำให้ความร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาและผลจากการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ตามเกณฑ์การเรียนรู้หุ่นยนต์

### ขั้นตอนที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีบทบาทร่วมกับครู คือ ในขั้นอธิบายนี้ นักเรียนดำเนินปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ร่วมกันระดมความคิดโดยการอธิบายความคิดของตนเอง สืบเนื่องมาจากในขั้นสำรวจและค้นหา ที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำการรวบรวมข้อมูลความรู้จากสื่อการเรียนรู้มาสรุปเป็นแนวคิดของกลุ่ม ในการระดมความคิดนักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันคิด วางแผนจำลองความคิด เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา การปฏิบัติกิจกรรมในขั้นนี้จะแสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น เช่น ครูให้สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนแก้ปัญหาเกี่ยวกับหุ่นยนต์ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายวิธีการแก้ปัญหา แสดงการจำลองความคิดออกมาในรูปแบบการเขียน Flowchart ผ่านใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ บทบาทของครูคือจะเป็นผู้อธิบายวิธีการเขียน Flowchart และคอยให้คำปรึกษาระหว่างที่นักเรียนจำลองความคิด การวัดและประเมินผล ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนได้จากการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ และพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมในการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ตามเกณฑ์การเรียนรู้หุ่นยนต์

### ขั้นตอนที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีหน้าที่หลัก คือ ในขั้นขยายความรู้นี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มขยายความรู้ โดยการอธิบายหลักการหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้ร่วมกันวางแผนจำลองความคิด ผ่านการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ หรือขยายความรู้ของกลุ่มตัวเองโดยการอธิบายหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ผ่านการบันทึกภาพ ทั้งที่เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ซึ่งจะทำให้ นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ได้แนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้กับบริบทอื่น ๆ ได้ การวัดและประเมินผล ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนได้จากการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ผลการปฏิบัติกิจกรรมทั้งที่เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว และพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมในแก้ปัญหาจากการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ตามเกณฑ์การเรียนรู้หุ่นยนต์

### ขั้นตอนที่ 5 ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (Exchange Phase)

ในขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นในการเรียนรู้ที่สำคัญอีกขั้นหนึ่ง คือ จากที่ครูกระตุ้นนักเรียนโดยให้สถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมปฏิบัติกิจกรรมตั้งแต่สำรวจและค้นหา แล้วนำมาอธิบาย จากนั้นจึงขยายความรู้ไปสู่แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ทั้งในทางที่เป็นผู้รับและเป็นผู้ให้ความรู้ สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในขั้นนี้คือ ทั้งชุดอุปกรณ์หุ่นยนต์ และใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ระหว่างการดำเนินกิจกรรมแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ จะมีการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่าง

เพื่อนร่วมชั้น หรือได้รับข้อเสนอแนะจากครู ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทั้งในห้องเรียนและการใช้อินเทอร์เน็ตเมื่อต้องแลกเปลี่ยนทางออนไลน์ ครูสามารถประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนได้จากการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ และพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาจากชุดอุปกรณ์หุ่นยนต์

### ขั้นตอนที่ 6 ชั้นประเมิน (Evaluation Phase)

ในขั้นตอนนี้ครูจะมีหน้าที่หลัก คือ ครูจะเน้นการประเมินย่อย เพื่อให้เห็นพัฒนาการในการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์อีกทั้งเห็นพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ครูจะทำการประเมินระหว่างการเรียนรู้ของนักเรียนตลอดเวลา เพื่อนำไปสู่การประเมินผลรวม อาทิ ประเมินการประกอบหุ่นยนต์ จากกิจกรรมใบงานและการบันทึกภาพระหว่างปฏิบัติกิจกรรม ประเมินการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ จากการบันทึกภาพเคลื่อนไหวผลงานการแก้ปัญหาในการควบคุมหุ่นยนต์ของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ฯ ใบงานการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ การให้คะแนนจะเป็นไปตามเกณฑ์การเรียนรู้หุ่นยนต์

### ขั้นตอนที่ 7 ขั้่นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะตอบคำถามสะท้อนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ผ่านสื่อการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นถึงองค์ความรู้ กระบวนการขั้นตอนที่นักเรียนได้รับ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้ถึงหลักการ ข้อค้นพบ หรือข้อเสนอแนะหลังการปฏิบัติกิจกรรม นอกจากนี้ในขั้นนำความรู้ไปใช้ถือเป็นความความหวังของครูที่จะเห็นนักเรียนสามารถนำความรู้และแนวทางวิธีคิดไปประยุกต์ปรับใช้สำหรับการดำเนินชีวิตประจำวันเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการเรียนรู้ในรายวิชาเนื้อหาอื่น ๆ เพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบที่นักเรียนต้องการ

**องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้**

#### องค์ประกอบที่ 1 ครู (Teacher)

ครู คือ ผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ในระดับเบื้องต้น คอยให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาแก่นักเรียน และเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาบทเรียน สื่อการเรียนรู้ หรือเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

### องค์ประกอบที่ 2 นักเรียน (Students)

นักเรียน คือ ผู้เรียนรู้และดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมเกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์ โดยในการปฏิบัติกิจกรรมนั้นจะประกอบด้วยนักเรียน จำนวน 2-3 คน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

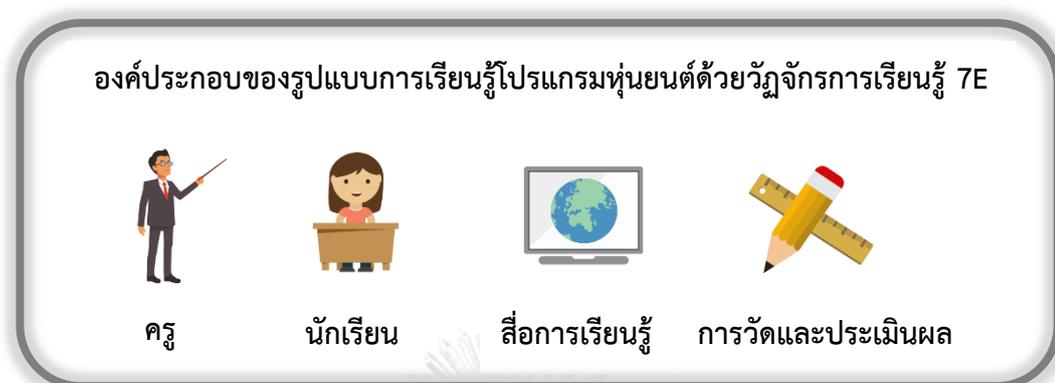
### องค์ประกอบที่ 3 สื่อการเรียนรู้ (Learning Media)

สื่อการเรียนรู้ คือ สื่อที่นักเรียนใช้ในการเรียนรู้เกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์ เปรียบเสมือนตัวกลางหรือช่องทางในการถ่ายทอดองค์ความรู้ ทักษะประสบการณ์ จากแหล่งความรู้ไปสู่ผู้เรียน และทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้สื่อที่นักเรียนสามารถศึกษาสืบเสาะ ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติ เพื่อเป็นการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตัวอย่างสื่อสำหรับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ได้แก่ ชุดโปรแกรมและอุปกรณ์หุ่นยนต์ ใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ สื่อวีดิทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ เว็บไซต์โปรแกรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ บทเรียนออนไลน์เกี่ยวกับหุ่นยนต์ เป็นต้น

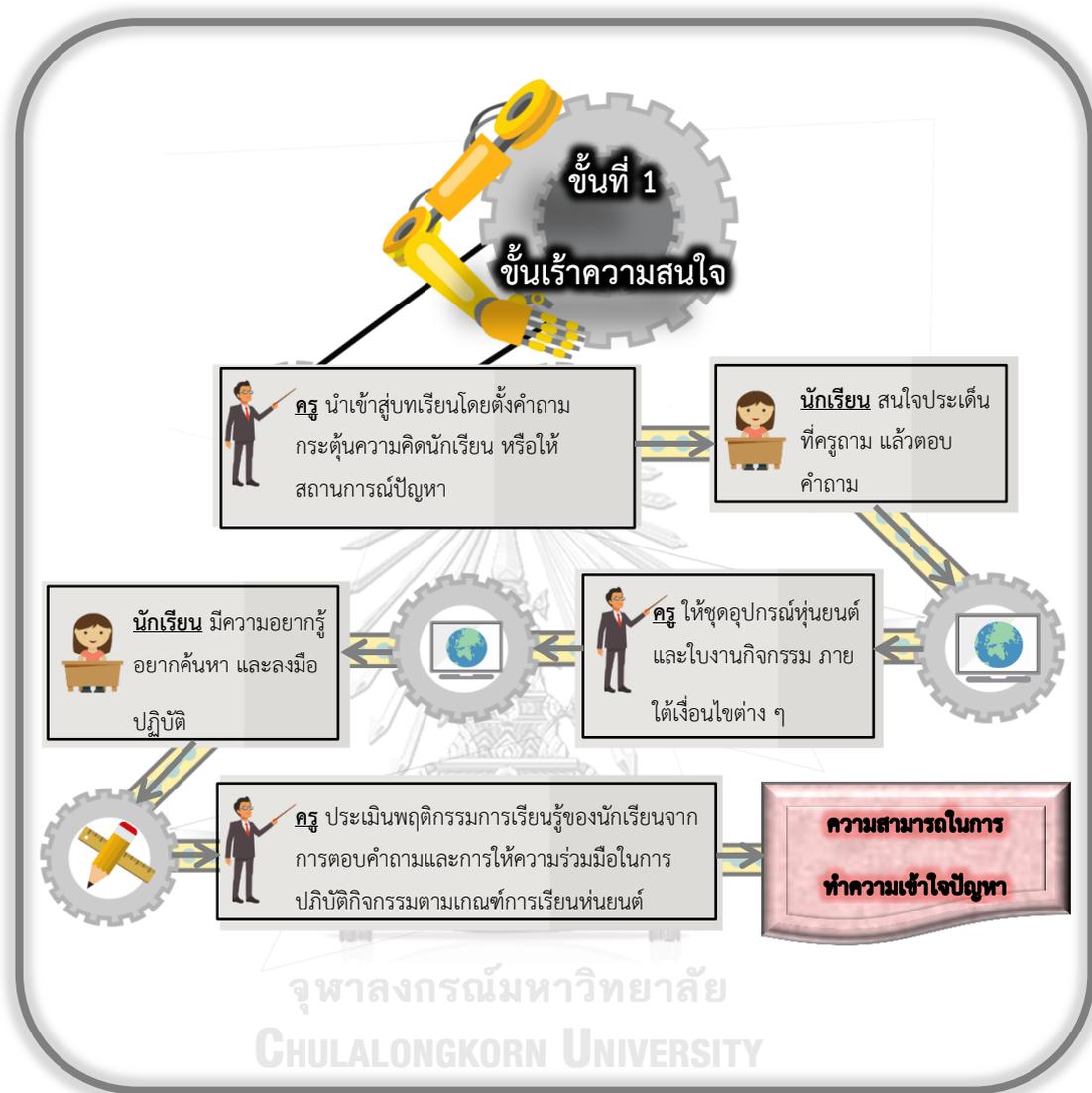
### องค์ประกอบที่ 4 การวัดและประเมินผล (Measurement and Evaluation)

การวัดและประเมินผล คือ การประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ระหว่างเรียนตลอดเวลา เพื่อเป็นฐานของการประเมินที่นำไปสู่การประเมินผลรวม โดยครูทำการประเมินก่อนเรียนจากแบบวัด แบบคู่ขนาน เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และในระหว่างการเรียนรู้จะประเมินผลในแต่ละครั้งจากการทำใบงานและการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เป็นการเก็บข้อมูลที่ทำให้เห็นถึงพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน จากนั้นครูประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนจากแบบวัด เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน

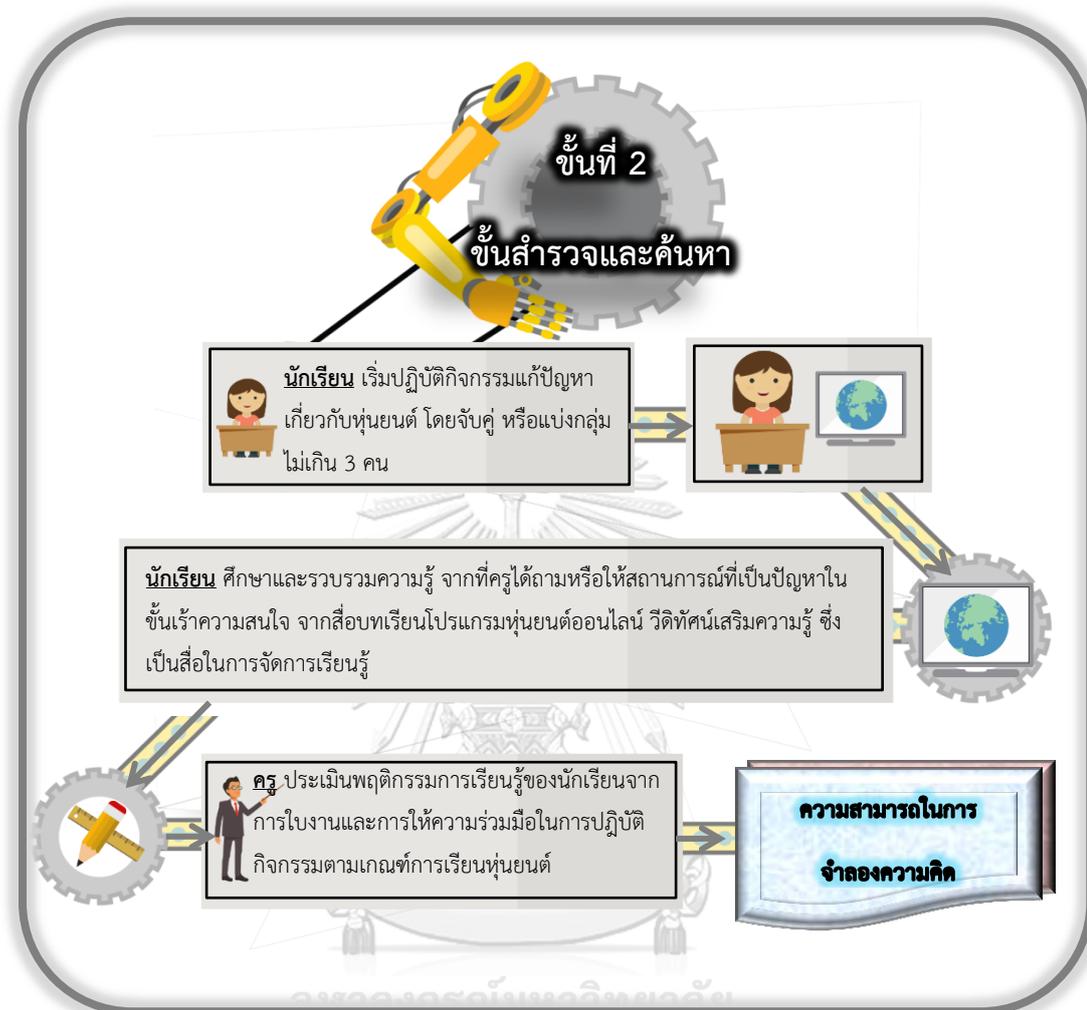
การเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิธีการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ  
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน แสดงรายละเอียดดังนี้



แผนภาพที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิธีการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

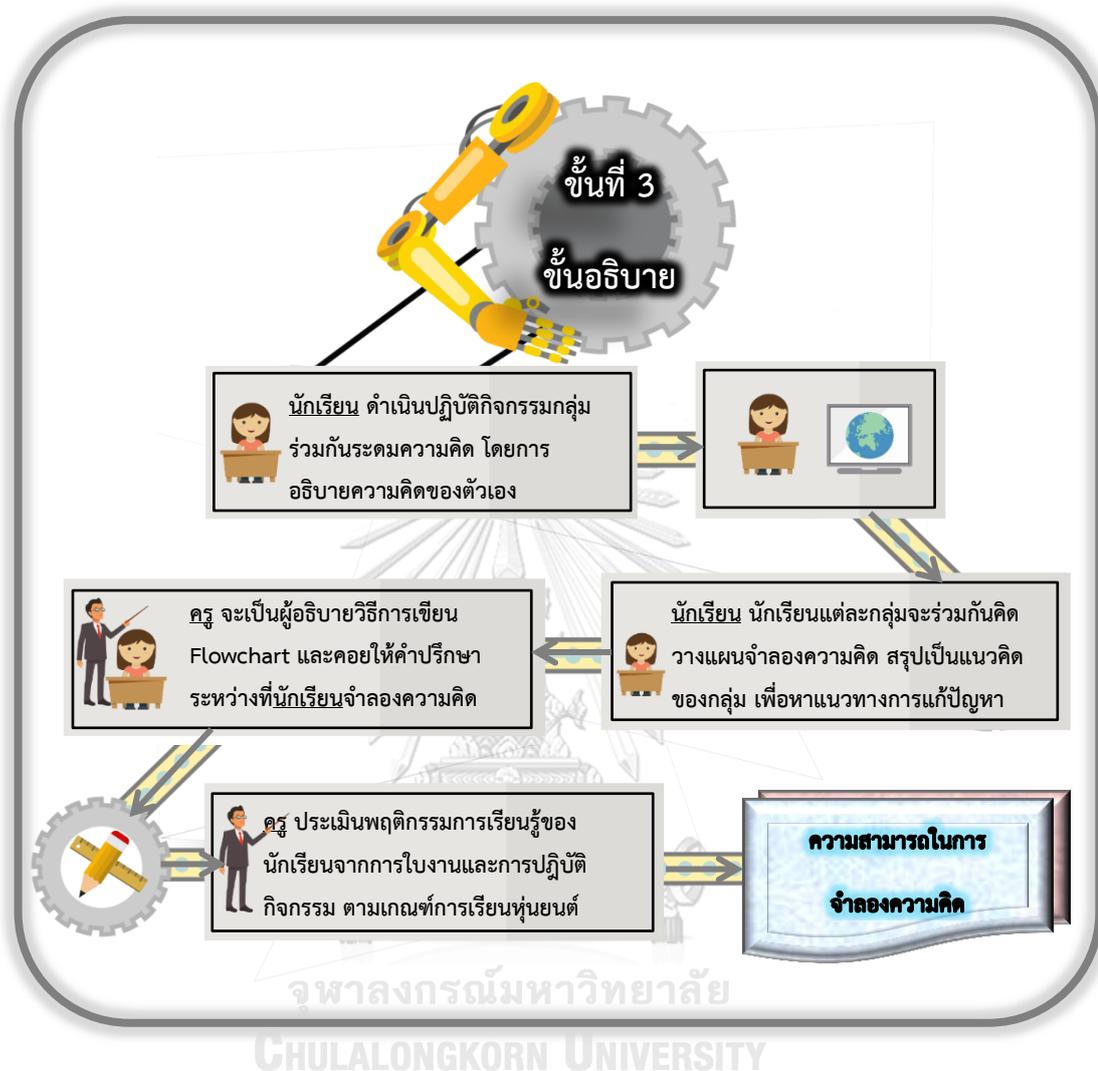


แผนภาพที่ 5.3 ขั้นเร้าความสนใจ ของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีวิธีการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

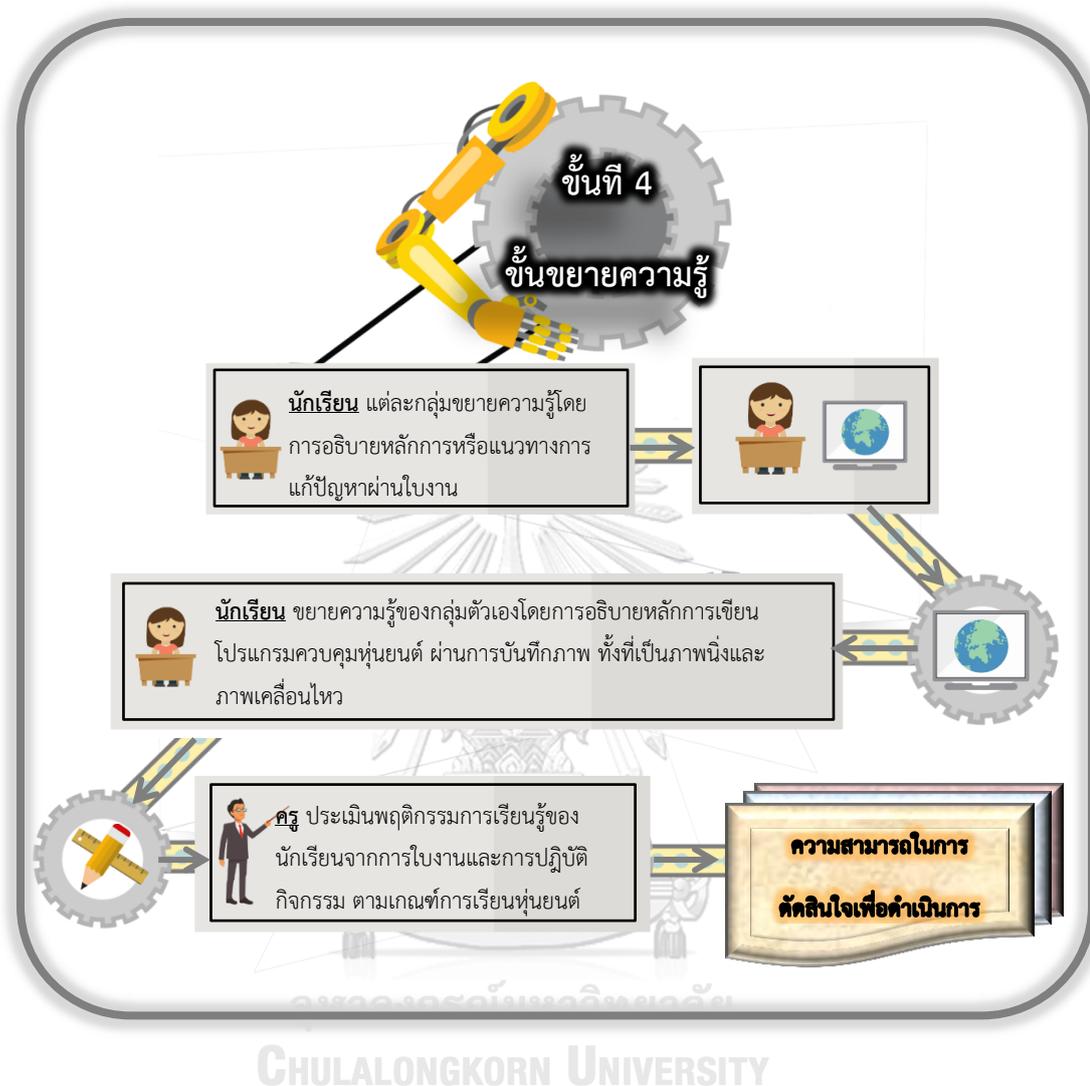


CHULALONGKORN UNIVERSITY

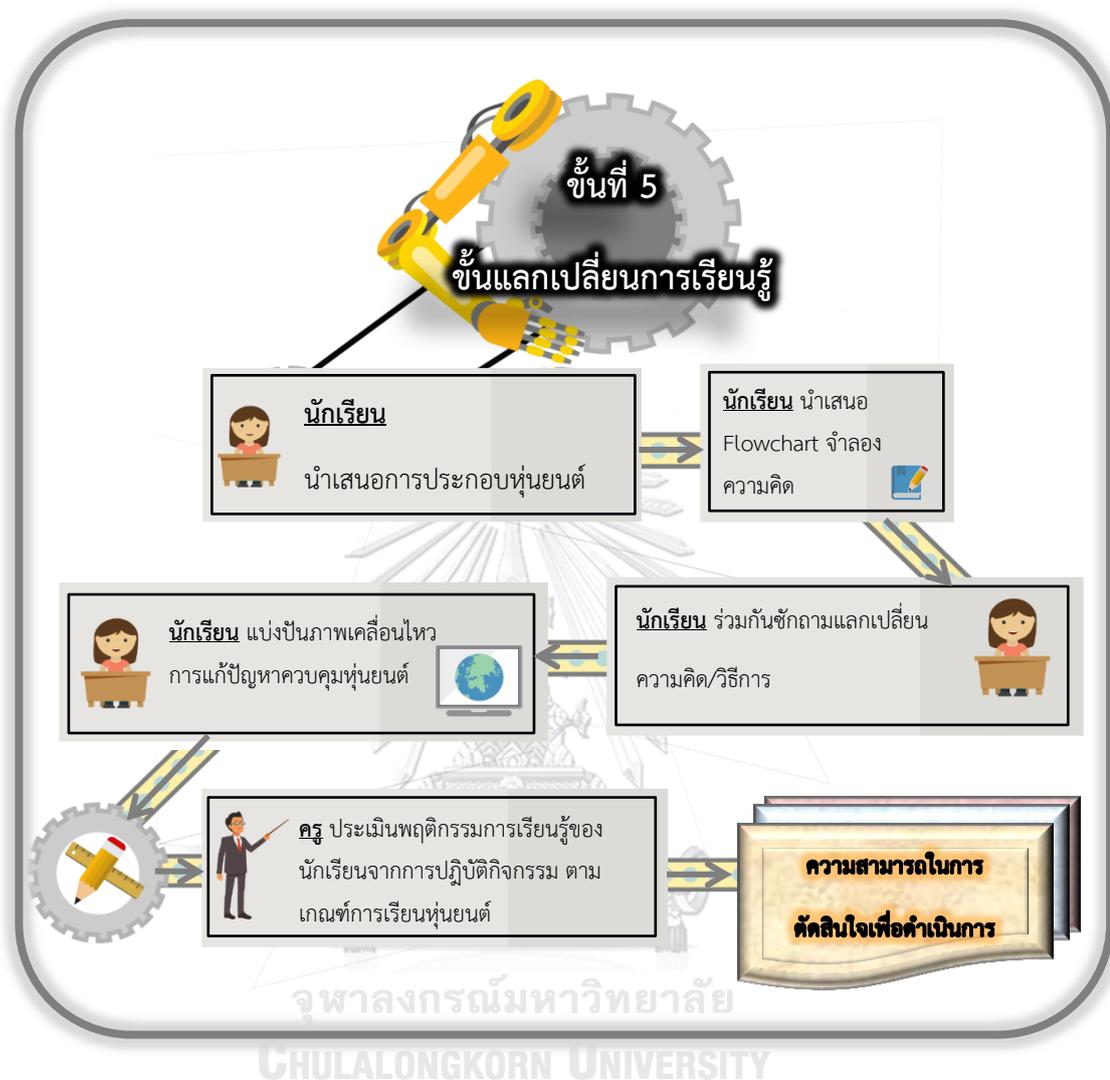
แผนภาพที่ 5.4 ขั้นสำรวจและค้นหา ของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิธีการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



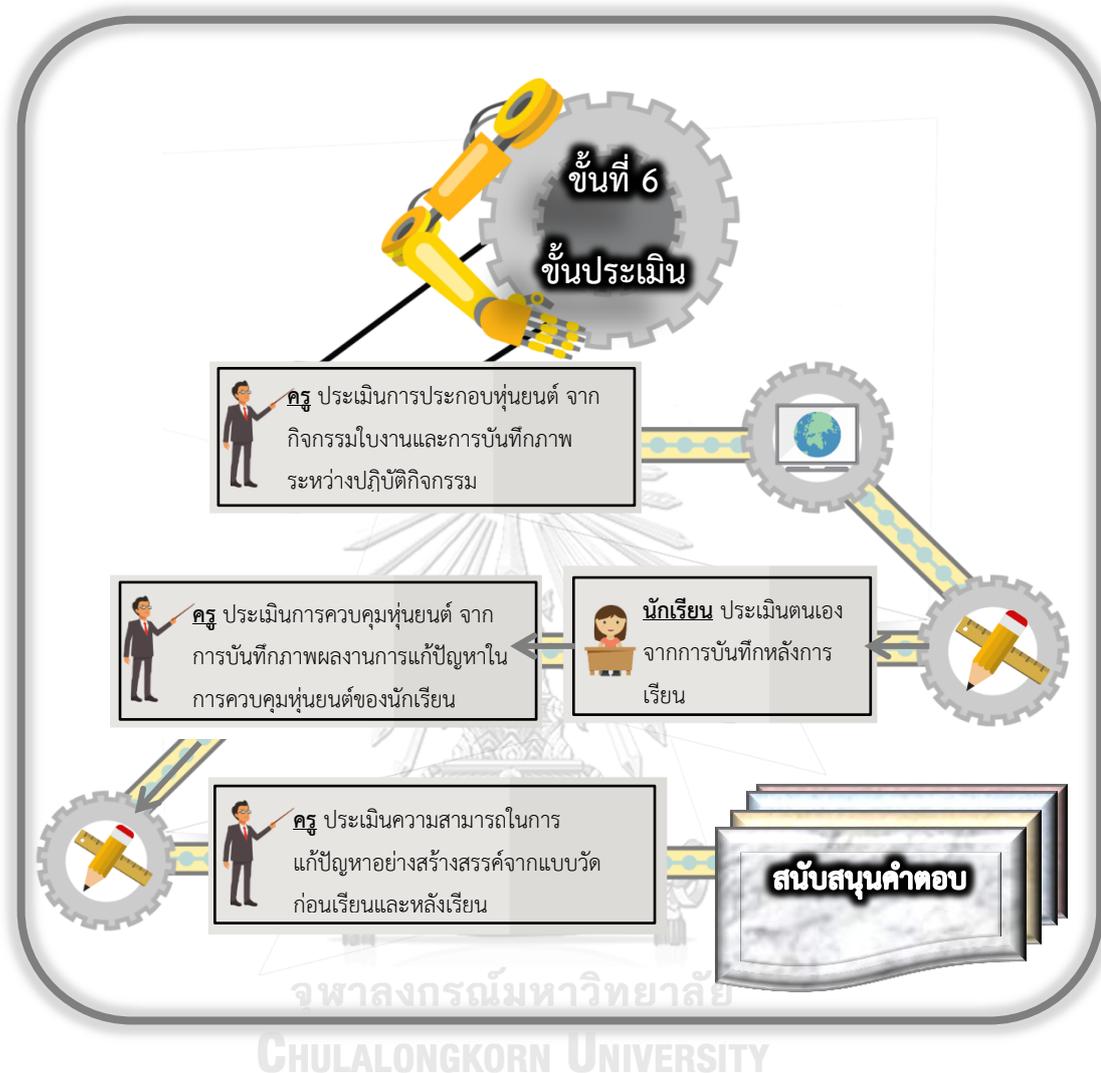
แผนภาพที่ 5.5 ขั้นอธิบาย ของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์



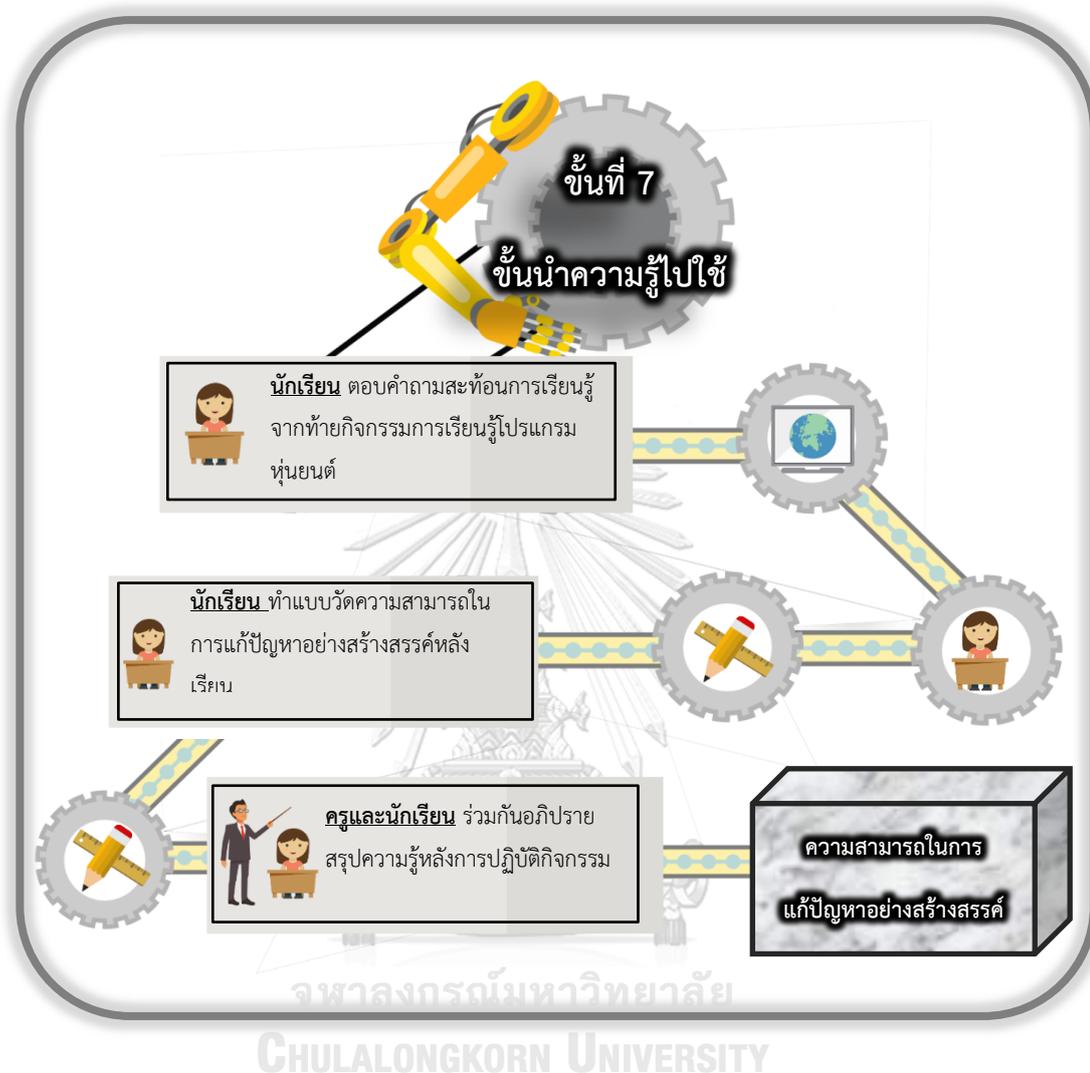
แผนภาพที่ 5.6 ขั้นขยายความรู้ ของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีวิธีการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



แผนภาพที่ 5.7 ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ ของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



แผนภาพที่ 5.8 ขั้นประเมิน ของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



แผนภาพที่ 5.9 ขั้นนำความรู้ไปใช้ ของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีจอร์การการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

### ตอนที่ 3

#### การนำรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เมื่อนำไปใช้ปฏิบัติ

การนำรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปใช้ ประกอบด้วย 1) วิธีการนำรูปแบบฯ ไปใช้ และ 2) เงื่อนไขของการนำรูปแบบฯ ไปใช้

#### 1. วิธีการนำรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปใช้

1.1 ครูที่นำรูปแบบฯ ไปใช้ ควรมีการเตรียมความพร้อมในบริบทสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ก่อนการทดลองใช้รูปแบบฯ นั้นคือความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการจัดการเรียนรู้ภายในโรงเรียน ด้านเครื่องมือ ได้แก่ ชุดโปรแกรมและอุปกรณ์หุ่นยนต์ เครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภายในโรงเรียน และครูควรมีทักษะด้านทางใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อสามารถถ่ายทอดความรู้ให้แก่แก่นักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ครูที่นำรูปแบบฯ ไปใช้ ควรตรวจสอบความพร้อมของนักเรียนในการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ เครื่องมือ ด้านโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติกิจกรรม ได้แก่ ชุดโปรแกรมและอุปกรณ์หุ่นยนต์ที่นักเรียนจะต้องใช้ ระบบอินเทอร์เน็ต (ทั้งที่บ้านและภายในโรงเรียน) รวมถึงการค้นหาข้อมูลสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต

1.3 ครูที่นำรูปแบบฯ ไปใช้ ควรมีการปฐมนิเทศ เพื่อชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้ เนื้อหาบทเรียนที่จะได้เรียน รูปแบบการทำกิจกรรมเกี่ยวกับหุ่นยนต์ การประเมินผลการเรียนรู้ให้ผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ อาจารย์ นักเรียน เป็นต้น โดยอธิบายให้เห็นถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับตัวนักเรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ นี้ เพราะการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ นี้ถือเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะแนวคิดในศตวรรษที่ 21 ที่จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 ครูที่นำรูปแบบฯ ไปใช้ควรมีการเก็บข้อมูลและประเมินการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นในการเก็บข้อมูลในรูปแบบของแบบบันทึกจากใบงานของนักเรียนหรือเก็บข้อมูลเป็นภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวตลอดระยะเวลาของการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนว่าเกิดขึ้นจริง และสามารถนำผลของการเก็บข้อมูลมาพัฒนาตัวเองเพื่อสามารถนำข้อผิดพลาดไปปรับปรุงแก้ไขในการสอนครั้งต่อไป

1.5 ครูที่นำรูปแบบฯ ไปใช้ต้องดำเนินการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรม ทุนยนต์วัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

## 2. เงื่อนไขของการนำรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมทุนยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปใช้

2.1 รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมทุนยนต์วัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (3) ขั้นอธิบาย (4) ขั้นขยายความรู้ (5) ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (6) ขั้นประเมิน และ (7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ และมีองค์ประกอบ ได้แก่ (1) ครู (2) นักเรียน (3) สื่อการเรียนรู้ (4) เว็บโปรแกรม และ (5) การวัดและประเมินผล ดังนั้น หากนำรูปแบบฯ ไปใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในเรื่องของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ครูควรดำเนินกิจกรรมในครอบคลุมทุกขั้นตอนและองค์ประกอบที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน รวมไปถึงการใช้งานทางด้านอุปกรณ์ สื่อการเรียนรู้ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องตามเงื่อนไขที่ระบุไว้

2.2 การใช้งานของรูปแบบฯ จะเน้นในเรื่องของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและระบบอินเทอร์เน็ต รวมไปถึงสื่อการเรียนรู้ ชุดโปรแกรมและอุปกรณ์ทุนยนต์ ควรมีความพร้อมในด้านเครื่องมือดังกล่าว ตลอดจนทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการติดต่อสื่อสาร

2.3 ครูที่นำรูปแบบฯ ไปใช้ควรเลือกสถานการณ์หรือปัญหาที่มีความเหมาะสมทั้งตัวนักเรียน สถานการณ์ในปัจจุบัน เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามรูปแบบฯ นี้

2.4 การนำรูปแบบฯ ไปใช้ ครูควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและบริบทของโรงเรียนที่สามารถเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้

2.5 การใช้งานของรูปแบบฯ นี้ หากครูที่มีความสนใจที่จะให้นักเรียนเรียนรู้โปรแกรมทุนยนต์ ทุนยนต์ แต่สภาพแวดล้อมและบริบทของโรงเรียนไม่เอื้ออำนวยต่อการจัดการเรียนรู้ ครูสามารถนำรูปแบบฯ นี้ไปดำเนินการจัดการเรียนรู้ได้ โดยเปลี่ยนจากการใช้ชุดโปรแกรมและอุปกรณ์ทุนยนต์มาเป็นเว็บโปรแกรมที่จำลองการเขียนโปรแกรมควบคุมทุนยนต์ต่าง ๆ ครูสามารถสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาแล้วให้นักเรียนแก้ไขได้เช่นกัน

## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

2.1 ศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวอย่างจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.2 ศึกษาคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

2.3 ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3. เพื่อนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

**ระยะที่ 1** การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ บทความ แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E การเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จากนั้นนำข้อมูลสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษา มาสังเคราะห์ในด้านทฤษฎี และแนวคิด แล้วร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2. นำร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมและปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3. นำร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านมีคุณสมบัติในความเชี่ยวชาญทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวิถีจักรการการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาเป็นระยะเวลา 5 ปี และหรือเป็นผู้ที่มีผลงานทางวิชาการเกี่ยวกับการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ การเรียนรู้แบบวิถีจักรการการเรียนรู้ 7E และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประเมินรับรองร่างรูปแบบฯ แล้วดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

4. ดำเนินการพัฒนาเป็นต้นแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (3) ขั้นอธิบาย (4) ขั้นขยายความรู้ (5) ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (6) ขั้นประเมิน และ (7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ องค์ประกอบของรูปแบบฯ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ครู (2) นักเรียน (3) สื่อการเรียนรู้ และ (4) การวัดและประเมินผล จากนั้นนำรูปแบบไปทดลองใช้ต่อไป

**ระยะที่ 2** การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

### ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1) ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 12 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และผู้เชี่ยวชาญด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวน 25 คน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้การโปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นในระยะที่ 2 โดยได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์และด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จำนวน 2 ท่าน ทำการตรวจและประเมินคุณภาพเรียบร้อยแล้ว

2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นแบบทดสอบแบบข้อเขียน โดยการกำหนดสถานการณ์แล้วให้นักเรียนตอบคำถามจำนวน 3 ข้อ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่อง แสดงการรับรู้ปัญหา สาเหตุของปัญหา และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาจากงานวิจัยของ ของศิริศรีธรรม สริกขานนท์ (2540) และ ศิริพร แก้วอ่อน ดุษฎี โยเหลา และ กมลวรรณ คารมปราชญ์ คล้ายแก้ว (2558) มีเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยยึดหลักการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1974) แล้วนำแบบวัดและเกณฑ์การให้คะแนนไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทำการตรวจสอบและประเมินคุณภาพเรียบร้อยแล้ว พบว่ามีค่าความเชื่อมั่น 0.86 ถือว่ามีคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ตามหลักสูตรวิชาหุ่นยนต์ที่ (Andrew, 2017) ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งต้องใช้ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมตามสภาพจริงตามบริบทห้องเรียน โดยให้กรอกเป็นตัวเลข ระดับ 0, 1, 2 และ 3 ซึ่งระดับคุณภาพ 3 หมายถึง ระดับเป็นแบบอย่างได้ ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง ระดับคล่องแคล่ว ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง ระดับกำลังพัฒนา และระดับ

คุณภาพ 0 หมายถึง ระดับเริ่มต้น จากนั้นนำแบบสังเกตพฤติกรรมฯ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง IOC พบว่ามีค่า 0.78 ถือว่ามีคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

4. แบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยเป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) เพื่อสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จากนั้นนำแบบสอบถามความพึงพอใจฯ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่ามีคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

### การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบฯ เป็นงานวิจัยแบบเชิงทดลอง (Experimental Design) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียว มีการทดสอบก่อนและหลังเรียน (One Group, Pretest-Posttest Design) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลอง โดยเตรียมความพร้อมในเรื่องของสถานที่และอุปกรณ์การเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ก่อนการทดลอง จากนั้น ครูดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ในรายวิชา หุ่นยนต์ จำนวน 2 คาบต่อ 1 สัปดาห์ รวมระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในสัปดาห์ทุกๆ สองสัปดาห์ ครูจะดำเนินการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบฯ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นเร้าความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (3) ขั้นอธิบาย (4) ขั้นขยายความรู้ (5) ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (6) ขั้นประเมิน และ (7) ขั้นนำความรู้ไปใช้

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เปรียบเทียบกับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียนของตัวอย่าง ใช้สถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent) สูตรที่ใช้คำนวณค่าที (t-test)

2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เปรียบเทียบกับคะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ของตัวอย่าง ใช้สถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent) สูตรที่ใช้คำนวณค่าที (t-test)

3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ใช้สถิติหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความพึงพอใจและการบรรยายเป็นความเรียง

**ระยะที่ 3** การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ผู้วิจัยนำรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ได้จากการแก้ไขเรียบเรียงตามผลการทดลองไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประเมินรับรองรูปแบบฯ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านมีคุณสมบัติในความสำเร็จทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวิถีจัดการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาเป็นระยะเวลา 5 ปี และหรือเป็นผู้ที่มีผลงานทางวิชาการเกี่ยวกับการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ การเรียนรู้แบบวิถีจัดการเรียนรู้ 7E และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ผลการรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความเห็นว่ารูปแบบฯ มีความเหมาะสมดีแล้วสามารถนำไปใช้ได้

### สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยการพัฒนาการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถสรุปได้ดังนี้

**ตอนที่ 1** รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ผลการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ บทความ แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีรายละเอียดดังนี้

**1. รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่**

1.1 **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)** ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูมีหน้าที่หลัก คือ ครูกระตุ้นให้ความสนใจให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจ เกิดข้อสงสัยหรือมีความอยากรู้อยากเห็น โดยในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนครูจะตั้งคำถามกระตุ้นความคิด หรือให้สถานการณ์ที่เป็นปัญหานักเรียนจะต้องใช้ความคิดเพื่อตอบคำถาม แสดงความสนใจใฝ่รู้ อยากรู้อยากเรียน ศึกษเกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์ สำหรับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์สื่อการเรียนรู้ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็น ขั้นสร้างความสนใจสื่อ

การเรียนรู้ที่ครูต้องมีการเตรียมการและมีความพร้อม ได้แก่ ชุดโปรแกรมและอุปกรณ์หุ่นยนต์ เว็บโปรแกรมที่เป็นช่องทางในการจัดการเรียนรู้ ใบงานสำหรับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ และสื่อวิดีโอทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ การวัดและการประเมินผลในขั้นเร้าความสนใจนี้ คือการสังเกตพฤติกรรมในการตอบคำถาม โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ซึ่งมีเกณฑ์ในการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์โดยเฉพาะ แบ่งได้เป็น 4 ระดับ คือ ให้คะแนนพฤติกรรมเท่ากับ 0 คะแนน หมายถึง ระดับเริ่มต้น 1 คะแนน หมายถึง ระดับกำลังพัฒนา 2 คะแนน หมายถึง ระดับคล่องแคล่ว และ 3 คะแนน หมายถึง ระดับเป็นแบบอย่างได้

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ในขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะมีหน้าที่หลัก คือ นักเรียนศึกษาและรวบรวมความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์ สืบเนื่องมาจากคำถามที่ครูได้ถามหรือให้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในขั้นเร้าความสนใจ จากสื่อการเรียนรู้ ได้แก่ บทเรียนโปรแกรมหุ่นยนต์ออนไลน์ วิดีทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ และเว็บไซต์โปรแกรมที่เป็นช่องทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ ในขั้นนี้ครูควรทำหน้าที่เพียงให้สื่อการเรียนรู้ เพื่อประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนที่ได้ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมความรู้ ความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์นี้ ควรจัดกิจกรรมกลุ่ม โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน เพื่อนักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ได้อย่างครอบคลุมและทั่วถึง การวัดและประเมินผล ครูสามารถประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนจากพฤติกรรมทำให้ความร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาและผลจากการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ตามเกณฑ์การเรียนรู้หุ่นยนต์

1.3 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีบทบาทร่วมกับครู คือ ในขั้นอธิบายนี้ นักเรียนดำเนินปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ร่วมกันระดมความคิดโดยการอธิบายความคิดของตนเอง สืบเนื่องมาจากในขั้นสำรวจและค้นหาที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำการรวบรวมข้อมูลความรู้จากสื่อการเรียนรู้มาสรุปเป็นแนวคิดของกลุ่ม ในการระดมความคิดนักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันคิดวางแผนจำลองความคิด เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา การปฏิบัติกิจกรรมในขั้นนี้จะแสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น เช่น ครูให้สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนแก้ปัญหาเกี่ยวกับหุ่นยนต์ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายวิธีการแก้ปัญหา แสดงการจำลองความคิดออกมาในรูปแบบการเขียน Flowchart ผ่านใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ บทบาทของครูคือจะเป็นผู้อธิบายวิธีการเขียน Flowchart และคอยให้คำปรึกษาระหว่างที่นักเรียนจำลองความคิด การวัดและประเมินผล ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนได้จากการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ และพฤติกรรมปฏิบัติกิจกรรมในการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ตามเกณฑ์การเรียนรู้หุ่นยนต์

1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีหน้าที่หลัก คือ ในขั้นขยายความรู้นี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มขยายความรู้โดยการอธิบายหลักการหรือแนวทางการ

แก้ปัญหาที่ได้ร่วมกันวางแผนจำลองความคิด ผ่านการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ หรือ ขยายความรู้ของกลุ่มตัวเองโดยการอธิบายหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ผ่านการ บันทึกภาพ ทั้งที่เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้กับบริบทอื่น ๆ ได้ การวัดและประเมินผล ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนได้จากการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรม หุ่นยนต์ ผลการปฏิบัติกิจกรรมทั้งที่เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว และพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม ในแก้ปัญหาจากการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ตามเกณฑ์การเรียนรู้หุ่นยนต์

1.5 ชั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (Exchange Phase) ในขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นในการ เรียนรู้ที่สำคัญอีกขั้นหนึ่ง คือ จากที่ครูกระตุ้นนักเรียนโดยให้สถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนแต่ละ กลุ่มร่วมปฏิบัติกิจกรรมตั้งแต่สำรวจและค้นหา แล้วนำมาอธิบาย จากนั้นจึงขยายความรู้นำไปสู่ แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ทั้งในทางที่เป็นผู้รับและผู้ให้ความรู้ สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในขั้นนี้คือ ทั้งชุด อุปกรณ์หุ่นยนต์ และใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ระหว่างการดำเนินกิจกรรมแลกเปลี่ยนการ เรียนรู้ จะมีการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนร่วมชั้น หรือได้รับข้อเสนอแนะจากครู ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทั้งในห้องเรียนและการใช้อินเตอร์เน็ตเมื่อต้องแลกเปลี่ยนทางออนไลน์ ครู สามารถประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนได้จากการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ และ พฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาจากชุดอุปกรณ์หุ่นยนต์

1.6 ชั้นประเมิน (Evaluation Phase) ในขั้นตอนนี้ครูจะมีหน้าที่หลัก คือ ครูจะเน้น การประเมินย่อย เพื่อให้เห็นพัฒนาการในการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์อีกทั้งเห็นพัฒนาการด้าน ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ครูจะทำการประเมินระหว่างการเรียนรู้ของนักเรียน ตลอดเวลา เพื่อนำไปสู่การประเมินผลรวม อาทิประเมินการประกอบหุ่นยนต์ จากกิจกรรมใบงานและ การบันทึกภาพระหว่างปฏิบัติกิจกรรม ประเมินการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ จากการ บันทึกภาพเคลื่อนไหวผลงานการแก้ปัญหาในการควบคุมหุ่นยนต์ของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการ ประเมินการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ฯ ใบ งานการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ การให้คะแนนจะเป็นไปตามเกณฑ์การเรียนรู้ หุ่นยนต์

1.7 ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะตอบคำถาม สะท้อนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ผ่านสื่อการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นถึงองค์ความรู้ กระบวนการ ขั้นตอนที่นักเรียนได้รับ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้ถึงหลักการ ข้อค้นพบ หรือ ข้อเสนอแนะหลังการปฏิบัติกิจกรรม นอกจากนี้ในขั้นนำความรู้ไปใช้ถือเป็นความความหวังของครูที่

จะเห็นนักเรียนสามารถนำความรู้และแนวทางวิธีคิดไปประยุกต์ปรับใช้สำหรับการดำเนินชีวิตประจำวันเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการเรียนรู้ในรายวิชาเนื้อหาอื่น ๆ เพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบที่นักเรียนต้องการ

## 2. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

2.1 ครู (Teacher) คือ ผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ในระดับเบื้องต้น คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาแก่นักเรียน และเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาบทเรียน สื่อการเรียนรู้ หรือเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

2.2 นักเรียน (Students) คือ ผู้เรียนรู้และดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมเกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์ โดยในการปฏิบัติกิจกรรมนั้นจะประกอบด้วยนักเรียน จำนวน 2-3 คน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 สื่อการเรียนรู้ (Learning Media) คือ สื่อที่นักเรียนใช้ในการเรียนรู้เกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์ เปรียบเสมือนตัวกลางหรือช่องทางในการถ่ายทอดองค์ความรู้ ทักษะประสบการณ์ จากแหล่งความรู้ไปสู่นักเรียน และทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้สื่อที่นักเรียนสามารถศึกษาสืบเสาะ ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติ เพื่อเป็นการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตัวอย่างสื่อสำหรับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ได้แก่ ชุดโปรแกรมและอุปกรณ์หุ่นยนต์ ใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ สื่อวีดิทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ เว็บไซต์โปรแกรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ บทเรียนออนไลน์เกี่ยวกับหุ่นยนต์ เป็นต้น

2.4 การวัดและประเมินผล (Measurement and Evaluation) คือ การประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียนตลอดเวลา เพื่อเป็นฐานของการประเมินที่นำไปสู่การประเมินผลรวม โดยครูทำการประเมินก่อนเรียนจากแบบวัด แบบคู่ขนาน เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และในระหว่างการเรียนรู้จะประเมินผลในแต่ละครั้งจากการทำใบงานและการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เป็นการเก็บข้อมูลที่ทำให้เห็นถึงพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน จากนั้นครูประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนจากแบบวัด เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนรวมไปถึงการวัดและประเมินการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียน แก้ปัญหาผู้วิจัยได้พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จาก

งานวิจัยของศศิรัศม์ สริกขานนท์ (2540) และ ศิริพร แก้วอ่อน ดุษฎี โยเหลา และ กมลวรรณ การม  
ปราชญ์ คล้ายแก้ว (2558) จะแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (10 คะแนน) โดยมีเกณฑ์  
ในการให้คะแนน 5 เกณฑ์ ได้แก่ (1) นำเสนอวิธีแก้ปัญหาที่แปลกใหม่จำนวนมาก (2) ตัดสินใจเลือก  
ปัญหาและวิธีแก้ปัญหาได้ (3) แก้ปัญหาได้ภายในเวลาที่กำหนด (4) ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มี  
แนวโน้มแก้ปัญหาได้จริง และ (5) มีขั้นตอนในการปฏิบัติ มีเหตุผลในการเลือกวิธีแก้ปัญหา

ตอนที่ 2 ความคิดสร้างสรรค์ (15 คะแนน) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 3 เกณฑ์ โดย  
ยึดหลักการให้คะแนนของทอร์เรนซ์ (ศศิรัศม์ สริกขานนท์, 2540) ได้แก่ (1) คิดคล่อง (2) คิดริเริ่ม  
(3) คิดยืดหยุ่น (4) นำเสนอแนวคิดหรือสิ่งแปลกใหม่ (5) เหมาะสมตรงกับสภาพปัญหา และ (6) คิด  
เชิงบวก

จากผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏ  
จักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้ทรงคุณวุฒิให้  
ความเห็นว่าเป็นต้นแบบรูปแบบมีคุณภาพดี โดยค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ  
ในภาพรวมที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริม  
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ย  $\bar{X}$  ) เท่ากับ 4.05 และส่วนเบี่ยงเบน  
มาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.51

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการ  
เรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อ  
ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้ทดลองกับตัวอย่างที่กำหนดไว้  
หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลได้ดังนี้

### 1. รายละเอียดของตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ผู้วิจัยดำเนินการทดลองเป็นเพศชาย 24 คน คิดเป็นร้อยละ 96 เป็นเพศหญิง 1  
คน คิดเป็นร้อยละ 4 เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และ  
เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 40

2. ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและ  
หลังเรียนของตัวอย่างจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของตัวอย่างหลังเรียนได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 13.10 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.60 ส่วนคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนของตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 9.16 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.55 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 3. ผลการวิเคราะห์คะแนนพฤติกรรมมารการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากแบบสังเกตพฤติกรรมมารการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

ผลการเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมมารการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ของตัวอย่าง พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีคะแนนพฤติกรรมมารการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ครั้งที่ 4 ได้ค่าเฉลี่ย = 9.88, S.D. = 1.45 ส่วนคะแนนพฤติกรรมมารการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ย = 8.32, S.D. = 1.89 ผลการเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมมารการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ของตัวอย่างพบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีคะแนนพฤติกรรมมารการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ครั้งที่ 4 หรือหลังเรียน สูงกว่า ครั้งที่ 1 หรือก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แบ่งเป็นรายตอน พบว่า คะแนนพฤติกรรมมารการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทุกด้านมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 4. ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คะแนนความพึงพอใจสำหรับนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ นี้ ในภาพรวมอยู่ในระดับ พึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.50 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.66 เมื่อพิจารณาเป็นรายขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แล้วนั้น ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ มีดังนี้ (1) ชั้นเร้าความสนใจ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.44 (2) ชั้นสำรวจและค้นหา อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.49 (3) ชั้นอธิบาย อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.64

(4) ขั้้นขยายความรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.66 (5) ขั้้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.46 (6) ขั้้นประเมิน อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.56 และ (7) ขั้้นนำความรู้ไปใช้ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.2

### ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

หลังจากการเรียนรู้เกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์ตามรูปแบบฯ นักเรียนทั้งในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้แสดงความคิดเห็นสะท้อนการเรียนรู้ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบฯ สรุปได้ว่า จากการเรียนในรายวิชาหุ่นยนต์ สิ่งที่ได้จากการเรียน สิ่งแรกคือ ได้รับความรู้ในเรื่องของการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์นั่นคือ การเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาซี ซึ่งถือเป็นความรู้ที่มีความยากแต่เมื่อนำมาใช้ในการเรียนโปรแกรมหุ่นยนต์ทำให้มีความน่าสนใจมากขึ้น ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมในการควบคุมหุ่นยนต์ทำให้มองเห็นภาพมากกว่าการเรียนแบบบรรยายและการเขียนโปรแกรมแบบทั่วไปทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น นอกจากความรู้ที่ได้รับแล้วนั้น นักเรียนยังสามารถลงมือแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูเป็นผู้กำหนดได้อย่างสร้างสรรค์ ได้หาแนวทางวิธีใหม่ ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งยังได้ทำกิจกรรมและภารกิจต่าง ๆ ได้รับความสนุกสนาน ที่สำคัญได้ช่วยกันระดมความคิดตอบคำถาม เกิดความสามัคคีในหมู่คณะ นอกจากนี้นักเรียนจะได้รับฟังการแสดงความคิดเห็นของเพื่อน ๆ ในการประเมินและแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ที่สามารถนำเทคนิควิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเพื่อนแต่ละกลุ่มมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ อีกด้วย ดังแสดงรายละเอียดของข้อความสนับสนุนต่อไปนี้

CHULALONGKORN UNIVERSITY

### ตอนที่ 3 การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

จากผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความเห็นว่าโดยรวมต้นแบบรูปแบบมีคุณภาพดี โดยค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในภาพรวมที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.91 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.08 นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมการนำรูปแบบการ

เรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปใช้ในสถานการณ์จริง ดังนี้

1. ควรระบุสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้ชัดเจน เพื่อประโยชน์ต่อครูที่มีความสนใจรูปแบบฯ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
2. ในขั้นตอนของรูปแบบฯ ในขั้นอธิบาย ควรอธิบายรายละเอียดของกิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติหรือความรู้จะได้ในขั้นนี้ นอกเหนือจากการระดมความคิด ควรเพิ่มเติมในส่วนนี้
3. การวัดและประเมินผล ที่มีทั้งการประเมินระหว่างทางและปลายทาง ควรเพิ่มการประเมินระหว่างนักเรียนด้วย

### อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้ ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัย โดยแบ่งประเด็นการอภิปรายตามขั้นตอนของรูปแบบฯ มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ โดยในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนครูจึงให้ตั้งคำถามกระตุ้นความคิดหรือให้สถานการณ์ที่เป็นปัญหา โดยครูให้โจทย์เกี่ยวกับกรเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ เช่น “ให้นักเรียนประกอบหุ่นยนต์ภายในเวลาที่กำหนด” หรือ “ให้นักเรียนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้นเพื่อพิชิตเส้นชัย” เป็นต้น ดังที่นักการศึกษาทางด้านการจัดการเรียนรู้แบบวิถีจัดการเรียนรู้ 7E สรุปได้ไว้ว่า ในการกระตุ้นความคิดของนักเรียนต้องทำให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาหรือในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ หรือครูจะกระตุ้นด้วยการให้โจทย์กับนักเรียนก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนปฏิบัติหรือยอมรับกับสิ่งที่ครูสนใจ (Bybee, 2002; R. B. J. Charles, D. Shedd., 1992; Lawson, 1995) สำหรับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์สื่อการเรียนรู้ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็น ขั้นสร้างความสนใจสื่อการเรียนรู้ ได้แก่ ชุดโปรแกรมและอุปกรณ์หุ่นยนต์ เว็บโปรแกรมที่เป็นช่องทางในการจัดการเรียนรู้ นั่นคือ เว็บไซต์ edmodo.com ในงานสำหรับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ และสื่อวีดิทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ การวัดและการประเมินผลในขั้นสร้างความสนใจนี้ คือการสังเกตพฤติกรรมในการตอบคำถาม โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ประเด็นสำคัญในขั้นเริ่มต้นนี้ คือ การสร้างสถานการณ์ของครูจะทำให้นักเรียนได้ใช้ความรู้มาวิเคราะห์ และแก้ไขปัญหา นั้น มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกับแนวคิดของ สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) นักการศึกษาที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่าง

สร้างสรรค์ ซึ่งให้เห็นว่าการที่นักเรียนสามารถรับรู้และเข้าใจปัญหา สามารถระบุปัญหาที่แท้จริงได้ อันจะส่งผลให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในประการแรก คือ การทำความเข้าใจปัญหา และจากการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ในชั้นเร้าความสนใจ นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่ามีความพึงพอใจมากที่สุดสำหรับการที่ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน รองลงคือมีความพึงพอใจในระดับมาก สำหรับการที่ครูให้สถานการณ์เพื่อให้ นักเรียนได้แก้ปัญหา (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.52 และ 4.36 ตามลำดับ)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาและรวบรวมความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์ สืบเนื่องมาจากคำถามที่ครูได้ถามหรือให้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในชั้นเร้าความสนใจ จากสื่อการเรียนรู้ออนไลน์ ได้แก่ บทเรียนโปรแกรมหุ่นยนต์ออนไลน์ วิดีทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ และเว็บไซต์ Edmodo.com ซึ่งเป็นช่องทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ ครูจะทำหน้าที่เพียงให้สื่อการเรียนรู้ออนไลน์ เพื่อประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนที่ได้ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมความรู้ ความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์นี้ ควรจัดกิจกรรมกลุ่ม โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน เพื่อนักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ได้อย่างครอบคลุมและทั่วถึง และจากแนวคิดโมเดลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ Treffinger (2004) ได้สรุปองค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ว่า การสำรวจข้อมูล ถือเป็นองค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหา คือ การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ จะเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาที่ทำให้สามารถเข้าใจปัญหามากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้แก้ปัญหาไม่ไขว่ไขว่ในการเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมาย แนวคิดนี้จึงเป็นส่วนสนับสนุนได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ในขั้นตอนสำรวจและค้นหา มีส่วนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มากขึ้น และจากการสำรวจความคิดเห็นนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการศึกษารวบรวมความรู้จากสื่อวิดีโอทัศน์เสริมความรู้ ในระดับมากที่สุด รองลงที่นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก คือศึกษา รวบรวมความรู้จากบทเรียนออนไลน์ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.8 และ 4.32 ตามลำดับ)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีบทบาทร่วมกับครู คือ ในขั้นอธิบายนี้นักเรียนดำเนินปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ร่วมกันระดมความคิดโดยการอธิบายความคิดของตนเอง สืบเนื่องมาจากในขั้นสำรวจและค้นหาที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำการรวบรวมข้อมูลความรู้จากสื่อการเรียนรู้ออนไลน์มาสรุปเป็นแนวคิดของกลุ่ม ในการระดมความคิดนักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันคิดวางแผนจำลองความคิด มีความสอดคล้องกับแนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Davis (1983) ที่กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้น การค้นหาความคิดคือการระดมความคิดเพื่อหาวิธีการที่จะแก้ปัญหาตามประเด็นที่ตั้งไว้ อีกทั้งยังเชื่อมโยงกับหลักการและแนวปฏิบัติในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ สิทธิชัย ชมพูปัทย์ (2554) จัด

กิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา ฝึกฝนความคิดสร้างสรรค์ทั้งรายบุคคลและใช้กระบวนการกลุ่ม จะทำให้สามารถฝึกความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างดี การปฏิบัติกิจกรรมในขั้นนี้จะแสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น เช่น ครูให้สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนแก้ปัญหาเกี่ยวกับหุ่นยนต์ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอธิบายวิธีการแก้ปัญหา แสดงการจำลองความคิดออกมาในรูปแบบการเขียน Flowchart ผ่านใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ บทบาทของครูคือจะเป็นผู้อธิบายวิธีการเขียน Flowchart และคอยให้คำปรึกษาหารือที่นักเรียนจำลองความคิด และจากการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ พบว่า ในขั้นการอธิบาย นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด 3 ประเด็น ได้แก่ 1) การได้ทำกิจกรรมกลุ่มที่ร่วมกันระดมความคิดเพื่อทดลองเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และแก้ปัญหา 2) ได้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อประกอบหุ่นยนต์ และ 3) ได้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อตอบคำถามจำลองความคิด (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.76 4.60 และ 4.56 ตามลำดับ) และแสดงความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ว่า

*“ผมได้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหา การวางแผน ที่สำคัญผมต้องใช้จินตนาการในการมองภาพของหุ่นยนต์ที่จะวิ่งก่อนเขียนโปรแกรม แล้วก็ทำให้ผมได้รับความรู้เกี่ยวกับหลักการเขียนโปรแกรม Arduino และการเขียนภาษาซี”*

*“ได้เรียนรู้การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น เพื่อให้หุ่นยนต์เดินตามที่เราต้องการ เรียนรู้หลักการในการแก้ปัญหาจากปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งบางปัญหาต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์มาช่วย เนื่องจากมีเวลาจำกัดจึงต้องเลือกวิธีใหม่ ๆ ทำให้สนุกดีครับ”*

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration Phase) นักเรียนแต่ละกลุ่มขยายความรู้โดยการอธิบายหลักการหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้ร่วมกันวางแผนจำลองความคิด ผ่านการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ หรือขยายความรู้ของกลุ่มตัวเองโดยการอธิบายหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ผ่านการบันทึกภาพ ทั้งที่เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ซึ่งจะทำให้ นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้กับบริบทอื่น ๆ ได้ ที่จะส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามหลักการที่ สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ได้กล่าวว่า การขยายความรู้ โดยการสรุปองค์ความรู้จากข้อมูลเนื้อหา รวมถึงสรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหา วิเคราะห์จุดดี จุดบกพร่องของเนื้อหาความรู้และกระบวนการแก้ปัญหา จะนำไปสู่การแก้ปัญหาในครั้งต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง เป็นการ

ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในส่วนของการวัดและประเมินผล ครูประเมิน การเรียนรู้ของนักเรียนได้จากการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ผลการปฏิบัติกิจกรรมทั้งที่ เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว และพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมในแก้ปัญหาจากการเขียน โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ตามเกณฑ์การเรียนรู้หุ่นยนต์ และจากการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ พบว่า ในขั้นการขยายความรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ขยายความรู้ โดยการอธิบายหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ผ่านการบันทึกเป็นภาพเคลื่อนไหว และมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ขยาย ความรู้โดยการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.84 และ 4.48 ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังแสดงความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ว่า

*“การเรียนรู้วิชานี้ทำให้ผมฝึกการแก้ปัญหาเฉพาะได้ เพราะบางสัปดาห์หุ่นของผมก็พังดี พอมาอีก สัปดาห์หุ่นของผมเป็นอะไรก็ไม่รู้ครับ ทำให้ต้องหาสาเหตุไปเรื่อย ๆ ”*

ขั้นตอนที่ 5 ชั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (Exchange Phase) ในขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นในการ เรียนรู้ที่สำคัญอีกขั้นหนึ่ง คือ จากที่ครูกระตุ้นนักเรียนโดยให้สถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนแต่ละ กลุ่มร่วมปฏิบัติกิจกรรมตั้งแต่สำรวจและค้นหา แล้วนำมาอธิบาย จากนั้นจึงขยายความรู้นำไปสู่ แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ทั้งในทางที่เป็นผู้รับและผู้ให้ความรู้ สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในขั้นนี้คือ ทั้งชุด อุปกรณ์หุ่นยนต์ และใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ระหว่างการดำเนินกิจกรรมแลกเปลี่ยน การเรียนรู้ จะมีการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนร่วมชั้น หรือได้รับข้อเสนอแนะจากครู ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทั้งในห้องเรียนและการใช้อินเตอร์เน็ตเมื่อต้องแลกเปลี่ยนทางออนไลน์ ครู สามารถประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนได้จากการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ และ พฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาจากชุดอุปกรณ์หุ่นยนต์ จากการเรียนรู้ตามขั้นตอนนี้จะช่วย พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้อีกประการหนึ่ง ที่มีความสอดคล้องกับ แนวคิดของ Davis (1983) ที่เป็นขั้นตอนของการพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดเพื่อ ตัดสินใจและดำเนินการแก้ปัญหาต่อไป ทั้งนี้อาจเป็นการพัฒนาแนวทางของตนเอง หรือเป็นการ ปรับปรุงแนวทางของตนเองหลังจากได้ทำกิจกรรมในขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ เมื่อได้แนวทางที่ เหมาะสมแล้วจึงนำแนวทางนั้นไปพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมและได้รับการยอมรับมากที่สุด และจากการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนสำหรับการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ พบว่า ในขั้นแลกเปลี่ยน การเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด 2 ประเด็น ได้แก่ ได้แลกเปลี่ยนการเรียนรู้โดย

การแบ่งปันภาพเคลื่อนไหวหลักการแก้ปัญหาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และ การได้ร่วมแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นของเพื่อนต่างกลุ่ม (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.84 และ 4.52)

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นประเมิน (Evaluation Phase) ครูจะเน้นการประเมินย่อย เพื่อให้เห็นพัฒนาการในการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์อีกทั้งเห็นพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ครูจะทำการประเมินระหว่างการเรียนรู้ของนักเรียนตลอดเวลา เพื่อนำไปสู่การประเมินผลรวม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Treffinger (2004) ในการหลักการของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับหาข้อสนับสนุนกับแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อจะดำเนินการ โดยต้องใช้การประเมินผลลัพธ์และประสิทธิผลจากแนวทางการแก้ไขปัญหาคือข้อสนับสนุน เพื่อคัดเลือกและดำเนินงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ และยังกล่าวอีกว่าหากผู้แก้ไขปัญหาไม่พิจารณาหรือได้รับการประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหาก่อน ก็อาจเป็นอุปสรรคในการที่จะดำเนินการแก้ปัญหาต่อไป ในส่วนนี้จึงเรียกว่า การสนับสนุนคำตอบ ถือเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ประการหนึ่ง และเป็นประการสุดท้ายที่นักเรียนต้องจัดกระทำให้ประสบความสำเร็จ และในการประเมินการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ นี้ ได้แก่ ประเมินการประกอบหุ่นยนต์ จากกิจกรรมใบงานและการบันทึกภาพระหว่างปฏิบัติกิจกรรม ประเมินการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ จากการบันทึกภาพเคลื่อนไหวผลงานการแก้ปัญหาในการควบคุมหุ่นยนต์ของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ฯ ใบงานการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ การให้คะแนนจะเป็นไปตามเกณฑ์การเรียนรู้หุ่นยนต์ และจากการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ พบว่า ในขั้นการประเมินนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ประกอบด้วย 2 ประเด็น ได้แก่ ครูประเมินผลงานการแก้ปัญหาในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ผ่านการบันทึกภาพเคลื่อนไหวของนักเรียน และนักเรียนได้ประเมินตนเองหลังการเรียนด้วยการเขียนสะท้อนความรู้ที่ได้รับ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.72 และ 4.52 ตามลำดับ)

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) นักเรียนจะตอบคำถามสะท้อนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ผ่านสื่อการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นถึงองค์ความรู้ กระบวนการขั้นตอนที่นักเรียนได้รับ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้ถึงหลักการ ข้อค้นพบ หรือข้อเสนอแนะหลังการปฏิบัติกิจกรรม นอกจากนี้ในขั้นนำความรู้ไปใช้ถือเป็นความความหวังของครูที่จะเห็นนักเรียนสามารถนำความรู้และแนวทางวิธีคิดไปประยุกต์ปรับใช้สำหรับการดำเนินชีวิตประจำวันเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการเรียนรู้ในรายวิชาเนื้อหาอื่น ๆ เพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบที่นักเรียนต้องการ และจากการสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ พบว่า ในขั้นการนำความรู้ไปใช้ นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับ

มากที่สุด คือ การที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้หลังการปฏิบัติกิจกรรม และมีความพึงพอใจในระดับมาก คือ นักเรียนได้ตอบคำถามเพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.52 และ 3.88 ตามลำดับ) อีกทั้งนักเรียนยังได้แสดงความคิดเห็นต่อรูปแบบฯ ว่า

“วิชานี้ทำให้ผมต่อหุ่นยนต์เป็น รู้จักหุ่นยนต์ที่หน้าตาไม่เหมือนหุ่นยนต์ครับ ผมได้ฝึกการเขียนโปรแกรมสั่งให้หุ่นยนต์แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ทำงานร่วมกับเพื่อน เกิดความสามัคคี”

“ได้รับความสนุกสนานจากการแข่งขันในภารกิจต่าง ๆ อยากให้ครูมีของรางวัลเยอะ ๆ ได้รับความรู้เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี ซึ่งไม่เคยเรียนมาก่อนอยากครับแต่ก็สนุกดี”

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การพัฒนารูปแบบฯ นี้สามารถนำแนวคิด หลักการและขั้นตอนไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาวิชาอื่นได้ โดยสามารถจัดให้อยู่ในรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ เนื่องจากการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์นี้มีความสอดคล้องกับการสอนแบบ STEM Education ที่ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ในการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ เนื่องจากอาจมีข้อจำกัดในเรื่องของเครื่องมือ นั่นคือ หุ่นยนต์ ซึ่งบางโรงเรียนมีพบปัญหาในเรื่องขาดเครื่องมือ แต่มีความต้องการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ผู้วิจัยขอทางเลือกในการเรียนรู้คือ โปรแกรมจำลองในการเขียนควบคุมหุ่นยนต์ ทั้งที่เป็นแบบ Web Education และ Mobile Application ทำให้สามารถจัดการเรียนรู้ได้ไร้ข้อจำกัด

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถจัดได้กับนักเรียนทั้งระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้สามารถพัฒนาได้ทุกช่วงวัย

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งต่อไป อาจเปลี่ยนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของตัวอย่างในระดับอื่น เช่น ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือระดับอนุปริญญา เป็นต้น

2. ในการวิจัยครั้งต่อไป อาจเปลี่ยนเป็นการวิจัยทดลอง โดยเปลี่ยนกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ เช่น จัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เปรียบเทียบกับ การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรม ในเนื้อหาการโปรแกรมหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



## รายการอ้างอิง

- Abruscato, J. (1982). *Teaching children science*: Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, c1982.
- Alberta Learning. (2004). *Focus on inquiry : a teacher's guide to implementing inquiry-based learning*. Canada: Edmonton, Alberta.
- Anderson, T. P. (1997). Using models of Instruction *Instructional development paradigms*. NJ: Education Technology Publications.
- Andrew, T. a. B., Williams,. (2017). *Robotics in the Classroom A unit for 7th and 8th grade*: Spinning Hills Middle School.
- Arends, R. I. (1998). *Learning to teach* (4th ed.). Singapore: McGraw-Hill.
- Barak, M., & Zadok, Y,. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 287-304.
- Barman, C. R. K., Michael,. (1989). Teaching teachers: The learning cycle. *Science & Children*, 26, 30-32.
- Bybee, R. W. (2002). *Learning Science and the Science of Learning : Science Educators' Essay Collection*. Arlington, Va: National Science Teachers Association.
- Charles, R. B. J., D. Shedd,. (1992). An Inservice Program Designed to Introduce K-6 Teachers to the Learning Cycle Teaching Approach. *Journal of Science Teacher Education*(2), 58.
- Charles, R. B. M., Kotar,. (1989). The Learning Cycle. *Science and Children*(7), 30.
- Davis, G. A. (1983). *Psychology of Problem Solving*. New York: Basic Book.
- Edward, S. J. (1989). Children, Computers, and Science Teaching: Butterflies and Bytes Joseph Abruscato (pp. 72): National Science Teachers Association.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model. *Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- Guiford, J. P. (1973). "Traits Creativity." *Creativity. Penguin Education*, :167-188.

- Innovative Experiment Co., L. (2559). IPST-MicroBOX [SE] with Arduino IDE programming reference Retrieved มิถุนายน 10, 2560  
[https://issuu.com/innovativeexperiment/docs/ipstse\\_progref](https://issuu.com/innovativeexperiment/docs/ipstse_progref)
- Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J., (2011). *Creative approaches to problem solving: A framework for innovation and change* (3rd ed.). London, England: SAGE.
- Isaksen, S. G., Dorval, K. B., and Treffinger, D. J., (1994). *Creative Approaches to problem Solving*. Dubuque, IA: Kendall-Hunt.
- Joyce, B., & Weil, M., (1996). *Model of teaching* ( 5th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Kaplan, A. (1964). *The conduct of inquiry Methodology for Behavioral Science* Chandler Publishing Company.
- Karplus, W. J. (1959). *Analog methods: computation and simulation* [by] Walter J. Karplus [and] Walter W. Soroka. United States, North America: New York, McGraw-Hill.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*: Belmont : Wadsworth, 1995.
- Lim, B.-R. (2004). Challenges and Issues in designing inquiry on the web. *British Journal of Educational Technology*, 35(5), :627-643.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination: Principles and procedures for creative thinking*. New York, NY: Scribner.
- Özden Karagöza and Ahmet Zeki Sakab. (2015). Development Of Teacher Guidance Materials Based On 7E Learning Method In Virtual Laboratory Environment. 810 – 827. doi:10.1016/j.sbspro.2015.04.524
- Parnes, S. J. (1976). *Creative Behavior Guide Book*. New York: Charles Scribner's Son.
- Paula Distefano Miami News. (2001). THE SCIENCE OF LEARNING; MUSEUM SHAPES PROGRAM TO ATTRACT GIRLS, MINORITIES TO MEDICINE AND ENGINEERING. Retrieved from <http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsnba&AN=0F003D1AB1A0D999&site=eds-live>
- Purinath. (2554). ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ (Robot). Retrieved สิงหาคม 15, 2560  
<http://engineerknowledge.blogspot.com/2011/09/robot.html>

- Raj, M. (1996). *Encyclopaedic Dictionary of Psychology and Education 3 (M-Z)*. New Delhi: ANMOL Publications PVT.
- Thomas, M. D., Bill, Dueber, Ra, L. Hawley,. (2008). Duffy, Dueber, & Hawley: Critical Thinking in a Distributed Environment Critical Thinking in a Distributed Environment \_ . United States, North America.
- Torrance. (1974). Future Problem Solving Program. Retrieved June 16 2017. Available from [http://www.coe.uga.edu/torrance/problem\\_solving.html](http://www.coe.uga.edu/torrance/problem_solving.html)
- Treffinger, D. J., Isaksen,S.G. and Dorvol, K.B. (2004). *Creative Problem Solving : An Introduction* (4th ed ed.). Waco Prufrock Press.
- Wilson, J. W. M. L. F., ; & N. Hadaway,. (1993). Mathematical Problem Solving. Retrieved 18 April, 2017 <http://jwilson.coe.uga.edu/emt725/PSsyn/PSsyn.html>
- Young, R. C. (1970). The Murturance of Independent and Learning in Fourth Grade Children Through Inquiry Development. *Final Report*, 5(2), 53.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- คมคาย ปวุดตานนท์. (2557). เอกสารประกอบการสอนภาษาซี. Retrieved สิงหาคม 10, 2560 <https://www.slideshare.net/komkaip/1-34758895>
- แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์. (2554). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ทัศนศึกษาเสมือนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเสริมสร้างผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). เทคโนโลยี และ สื่อสารการศึกษา. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2545). เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, พิมพ์ครั้งที่ 1.
- ทิตนา แคมมณี. (2545). รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย: กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545. พิมพ์ครั้งที่ 1.
- ทิตนา แคมมณี. (2550). รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย: กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พิมพ์ครั้งที่ 4.

ธัญชนก โห่งกตหลด. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน. (ปริญาการศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

นิรมิข เพียรประเสริฐ. (2556). เรียนรู้แบบ **STEM** ผ่านหุ่นยนต์สร้างการมีส่วนร่วมของนักเรียน. นิตยสาร สสวท., ปีที่ **42(185)**, 23-25.

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2537). ความคิดสร้างสรรค์: พรสวรรค์ที่พัฒนาได้. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพมหานคร: โครงการตำรา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรสวรรค์ วงศ์ดารธรรม. (2558). การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการคิดในศตวรรษที่ 21. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (*JOURNAL OF EDUCATION KHON KAEN UNIVERSITY*), 38(2).

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2557). การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21: กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พิมพ์ครั้งที่ 1.

มริจิ คงทนต์. (2553). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวैयाบร่วมกัับ วงจรสการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.

รุจภาา ประถมวงษ์ สมบัติ ท้ายเรือคำ และประสาท เนืองเฉลิม. (2552). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) กัับจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E). วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา, ปีที่ **1**.

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตร์วิไล และ กฤษดา ใจเย็น. (2548). เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์และสร้างหุ่นยนต์ด้วยโปรแกรมภาษาเบสิกกับ *Robo stamp*. กรุงเทพมหานคร: อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์.

ศศิรัศม์ สริกขานนท์. (2540). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของทอร์แรนซ์.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). ทฤษฎีการประเมิน: กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,  
พิมพ์ครั้งที่ 7.

ศิริพร แก้วอ่อน. (2557). การพัฒนาความสามารถและเจตคติในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. (วิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.

ศิริพร แก้วอ่อน ดุษฎี โยเหลา และ กมลวรรณ คารมปราชญ์ คล้ายแก้ว. (2558). การพัฒนาความสามารถและเจตคติในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์. Thailand, Australia: วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา.

ศิริสาร เขตปิยรัตน์. (2559). การเรียนแบบ STEM Education โดยใช้หุ่นยนต์เป็นฐานการเรียนรู้ระดับประถมศึกษา. *SE-ED STEM EDUCATION*.

ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ. คู่มือหลักสูตรอบรมครูส่งเสริมศึกษา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). การจัดการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนกับบทบาทของ สสวท. นิตยสาร สสวท., 155(กรกฎาคม-สิงหาคม), 10-11.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). สรุปผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). กระทรวงศึกษาธิการ. (2257). หลักสูตรอบรมศึกษานิเทศก์. กรุงเทพมหานคร.

สมปอง เพชรโรจน์. (2549). การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเพื่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องภาวะมลพิษทางอากาศสำหรับนิสิตปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (Theses

Non-fiction), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. Retrieved from <http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b1753336&site=eds-live>

<http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/8075> Available from EBSCOhost cat05085a database.

สมศักดิ์ ภูวิภาดาบรรณ. (2535). เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์: กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช,  
พิมพ์ครั้งที่ 1.

- สมศักดิ์ ภูวิภาดาบรรณ. (2537). เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์: กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช,  
พิมพ์ครั้งที่ 3.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2536). ความคิดสร้างสรรค์ : หลักการ ทฤษฎีการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- สรวงสุตา ปานสกุล. (2545). การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรอินเทอร์เน็ต. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.
- สหพล เลิศวิริยะไพศาล และคณะ. (2559). การพัฒนาระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์. วารสารคณิตศาสตร์ *MJ-MATH*, 61(688), 1-14.
- สารานุกรมเสรี, ว. (2560). หุ่นยนต์. Retrieved from <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AB%E0%B8%B9%88%E0%B8%99%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B8%95%E0%B9%8C>
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- สิทธิชัย ชมพูพาทย์. (2554). การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและ
- นักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิง
- วิพากษ์. (ปริญญาานิพนธ์วท.ด. (การวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.
- สุจิตรา เขียวศรี. (2550). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบบนเว็บวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหานักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น: 2550.
- สุนัชชา ศุภธรรมวิทย์. (2556). การพัฒนารูปแบบการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแท็บเล็ตตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนประถมศึกษา: 2556.

- สุปรีย์ บุรณะกนิษฐ. (2556). ผลของการใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันในการเรียนรู้แบบ  
โครงการเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการโปรแกรม  
หุ่นยนต์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.
- เสมอกาญจน์ โสภณศิริณัฐ. (2557). ปัจจัยในการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานและ  
กระบวนการเรียนรู้แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิง  
สร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์.





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**



### รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบแนะนำและประเมินการวิจัยการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

#### ด้านการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

- |  |  |
|--|--|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร. ชัยยงค์ พรหมวงศ์          | รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ<br>มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี  |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ เตชะโกสิต | โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์<br>ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา                                    |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี  | ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม<br>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร<br>ลาดกระบัง |

#### ด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

- |   |   |
|---|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. จินตวีร์ คล้ายสังข์ | ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา<br>คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  |
| 2. อาจารย์ ดร. เสมอกาญจน์ โสภณศิริรักษ์   | คณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์   |
| 3. อาจารย์ ดร. ธนัท สมณคุปต์              | ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการ<br>ทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร<br>ลาดกระบัง |
| 4. อาจารย์สุนัชชา ศุภธรรมวิทย์            | โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์<br>ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา   |

### ด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ลัดดาวัลย์ สุวรรณโชติ   | โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์<br>ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา   |
| 2. อาจารย์สุธีวัชร ศุภลักษณ์      | ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา<br>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 3. อาจารย์ชัชวรินทร์ เลิศยศดินทร์ | โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย<br>(ฝ่ายมัธยม)   |
| 4. อาจารย์นงนุช นุชระป้อม         | โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์<br>ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา   |
| 5. อาจารย์ฐิติภาพรรณ บุญมี        | โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์<br>ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา   |
| 6. อาจารย์อุทัยรัตน์ ธรรมอินทร์   | โรงเรียนสายปัญญารังสิต  |
| 7. อาจารย์ปิยดา จันทร์เกตุ        | โรงเรียนวัดท่าเสา (อาทรราชูฎ์อุปถัมภ์)  |
| 8. อาจารย์ยศธร เวียงพระปรก        | โรงเรียนชลกันยานุกูล จังหวัดชลบุรี  |



## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1

แบบประเมินรับรอง (ร่าง) รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



**แบบประเมินรับรอง (ร่าง)**  
**รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์**

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์      การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

THE DEVELOPMENT OF ROBOTICS WITH THE 7E LEARNING  
 CYCLE TO ENHANCE CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITIES.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์      รองศาสตราจารย์ ดร. เนาวนิตย์ สงคราม

ผู้วิจัย      นางสาวศศิธร ศรีวงษ์ญาติดี นิสิตระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต

ภาคเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของการประเมิน

เพื่อประเมินความเหมาะสมของ (ร่าง) รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้จากการประเมินผู้วิจัยจะนำไปปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้ในการเรียนการสอนจริง

คำชี้แจง

การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วยคำถาม 4 ตอน ได้แก่

- 1) ภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้ฯ
- 2) ขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ
- 3) การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ และ
- 4) การใช้งานรูปแบบการเรียนรู้ฯ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- |   |         |                                     |
|---|---------|-------------------------------------|
| 5 | หมายถึง | รายการประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | รายการประเมินมีความเหมาะสมมาก       |

- 3 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด



แบบประเมินรับรอง (ต้นแบบ)  
รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีัจกรรมการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถใน  
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ .....

ตำแหน่ง .....

สถานที่ทำงาน .....

**ตอนที่ 1** ภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีัจกรรมการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริม  
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. หลักการ ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ การเรียนรู้					
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้					
3. ขั้นตอนในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้					
4. กระบวนการที่ทำให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์					
5. เครื่องมือที่ใช้ในการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้					
6. การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

**ตอนที่ 2** ขั้นตอนการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>ขั้นที่ 1 ได้รับความสนใจ</b>					
1.1 การปฐมนิเทศและทดสอบก่อนเรียน					
1.2 การอธิบายโปรแกรม/สื่อในการเรียนรู้					
1.3 ชมสื่อวีดิทัศน์สถานการณ์ที่เป็นปัญหา					
1.4 สนทนาเกี่ยวกับหัวข้อที่ต้องการสอนร่วมกัน					
<b>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา</b>					
2.1 ผู้เรียนศึกษาสื่อการเรียนรู้					
2.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ					
2.3 ทำใบงานเดี่ยวจากการชมสื่อวีดิทัศน์					
<b>ขั้นที่ 3 อธิบาย</b>					
3.1 ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมในการเรียนรู้					
3.2 ผู้เรียนแก้ปัญหาจากการเรียนรู้					
3.2 ผู้สอนให้คำปรึกษา แนะนำการเรียนรู้					
<b>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้</b>					
4.1 ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม (เก่ง กลาง อ่อน) ร่วมกันศึกษาสื่อการเรียนรู้					
4.2 ผู้เรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้					
4.3 ผู้เรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา					
<b>ขั้นที่ 5 แลกเปลี่ยนการเรียนรู้</b>					
5.1 ผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกิจกรรมกลุ่ม					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>ขั้นที่ 1 ได้รับความสนใจ</b>					
5.2 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานจากกิจกรรมการเรียนรู้					
5.3 ผู้สอนให้ข้อเสนอแนะจากการนำเสนอผลงาน					
<b>ขั้นที่ 6 ประเมินผล</b>					
6.1 ผู้เรียนรับการประเมินจากผู้สอน					
6.2 ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นต่อเพื่อนต่างกลุ่ม					
<b>ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้</b>					
7.1 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายความรู้					
7.2 ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้รับผ่านกระดานสนทนา					
7.3 ทดสอบหลังเรียน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ

.....

.....

.....

.....

**ตอนที่ 3 การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมทุนยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์**

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. การทดสอบความรู้พื้นฐานก่อนเรียน					
2. การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
3. การประเมินพฤติกรรมรายบุคคลระหว่างการจัดการเรียนรู้					
4. การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากการทำใบงาน					
5. การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม/เกม					
6. การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนหลังการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ					
7. การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน					
8. การทดสอบความรู้พื้นฐานหลังเรียน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ

.....

.....

.....

.....

**ตอนที่ 4** การใช้งานรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในห้องเรียนได้จริง					
2. กิจกรรม/เครื่องมือสามารถนำไปใช้ตามรูปแบบการเรียนรู้ฯได้จริง					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
3. ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ					
4. รูปแบบการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริม ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้จริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานรูปแบบการเรียนรู้ฯ

.....

.....

.....

.....

จากการประเมินความเหมาะสมของ (ต้นแบบ) รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วย  
 วัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ข้าพเจ้ามีความคิดเห็นว่า

รูปแบบมีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปใช้ทดลองได้

รูปแบบมีความเหมาะสมดี แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไป  
 ทดลองใช้

รูปแบบยังไม่มี ความเหมาะสม

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของรูปแบบอันเป็น  
 ประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2

1. แผนการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E
2. ใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E
3. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
4. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
5. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



แผนการจัดการเรียนรู้ (รายหน่วย)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 รู้จักหุ่นยนต์ IPST-SE

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น เวลา 3 คาบ (150 นาที)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีกิจกรรมเรียนรู้ 7E	กิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์	สื่อการเรียนรู้	การวัดและการประเมิน
ด้านความรู้ (K) 1. ความหมายและประเภทของหุ่นยนต์ 2. ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ IPST-SE 3. ขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์ IPST-SE	1. ได้รับความหมายและประเภทของหุ่นยนต์ 2. บอกส่วนประกอบหุ่นยนต์ IPST-SE ได้ 3. แยกประเภทตามลักษณะการทำงานของส่วนประกอบหุ่นยนต์ IPST-SE ได้	ขั้นที่ 1 เรียกรวมสนใจ (Engagement Phase)	1. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน ได้แก่ - “นักเรียนคิดว่าการศึกษาหุ่นยนต์ให้ประโยชน์อะไรบ้าง” 2. ครูสร้างโจทย์/สถานการณ์เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหา - “ให้นักเรียนประกอบหุ่นยนต์โดยที่ไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน นักเรียนจะทำอย่างไร”	- บทความที่สามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ - สิ่งประดิษฐ์โปรแกรมหุ่นยนต์ (Andrew, 2017)	- วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ - สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ (Andrew, 2017)
			1. กิจกรรมรู้จักหุ่นยนต์ IPST-SE (กิจกรรมคู่/กลุ่ม 2-3 คน) ร่วมกันศึกษาส่วนประกอบของหุ่นยนต์และขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์ IPST-SE จากบทเรียนหุ่นยนต์ออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ edmodo.com 2. นักเรียนศึกษาและรวบรวมความรู้จากสื่อวิดีโอที่สนับสนุนการเรียนรู้ “What is a robot?” และ “How to assemble ibot” เพื่อประกอบหุ่นยนต์		
ด้านทักษะ/ กระบวนการ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	ขั้นที่ 2 อธิบาย (Explanation phase)	นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเห็นจากการศึกษาสื่อวิดีโอที่สนับสนุนการเรียนรู้ “How to assemble ibot” แล้วลงมือประกอบหุ่นยนต์			
ด้านคุณลักษณะที่					

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรม หน่วยต้นตัวยวัญกิจกรรม เรียนรู้ 7E	กิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหน่วยต้น ตัว	สื่อการเรียนรู้	การวัดและการ ประเมิน	
<p>ฟังประสงค์ (A)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีวินัย</li> <li>2. ไม่เรียนรู้</li> <li>3. มุ่งมั่นในการทำงาน</li> </ol>	<p>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration phase)</p>	<p>นักเรียนขยายความรู้โดยทำกิจกรรม ใบงาน เรื่อง ส่วนประกอบและการประกอบหน่วยต้น ตามคำชี้แจงใน ใบงาน โดยสามารถศึกษาความรู้จากแหล่งข้อมูลผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้</p>	<p>นักเรียนนำเสนอเสนอหน่วยต้น IPST-SE ที่ประกอบ เรียบร้อยแล้ว</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อนต่างกลุ่มซักถามวิธีการประกอบและสังเกต หน่วยต้น เพื่อเป็นแบบอย่างแล้วมาปรับแก้หน่วยต้นของ ตนเอง</li> </ol>	<p>- ใบงาน เรื่อง ส่วนประกอบ และการประกอบ หน่วยต้น</p>		
	<p>ขั้นที่ 5 แลกเปลี่ยนการ เรียนรู้ (Exchange phase)</p>	<p>1. นักเรียนนำเสนอกิจกรรมรูจักหน่วยต้น IPST-SE จากการทำงานและการทำงานที่ภาพ เพื่อเป็นการ เก็บข้อมูลการทำกิจกรรมของนักเรียน แล้วนำมา ประเมินตามเกณฑ์การรูจักหน่วยต้น</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. นักเรียนบันทึกผลการเรียนเพื่อสะท้อนการเรียนรู้ เรื่อง ส่วนประกอบของหน่วยต้นและการประกอบ หน่วยต้น IPST-SE</li> </ol>				
	<p>ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation phase)</p>					
	<p>ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)</p>		<p>นักเรียนตอบคำถามสะท้อนการเรียนรู้จากแบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</p>			

แผนการจัดการเรียนรู้ (รายหน่วย)  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ IPST-SE  
กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เวลา 3 คาบ (150 นาที)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยกฎจักรการเรียนรู้ 7E	กิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์	สื่อการเรียนรู้	การวัดและการประเมิน
<b>ด้านความรู้ (K)</b> 1. หลักการและโครงสร้างของโปรแกรม Arduino 2. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้เซ็นเซอร์และแก้ปัญหาอย่าง	1. วัตถุประสงค์การเรียนรู้ โครงสร้างเขียนโปรแกรม Arduino 2. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้เซ็นเซอร์ได้ 3. สามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการควบคุมหุ่นยนต์ให้เดินตามเส้นได้	1. วัตถุประสงค์ความรู้โปรแกรม หุ่นยนต์ด้วยกฎจักรการ เรียนรู้ 7E  ขั้นที่ 1 ได้รับความสนใจ (Engagement Phase)	1. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน ได้แก่ - “นักเรียนรู้หรือว่าหุ่นยนต์ที่เราเห็น เคลื่อนที่ได้ อย่างไร” 2. ครูสร้างโจทย์/สถานการณ์ให้นักเรียนแก้ปัญหา - ครูให้สถานการณ์การควบคุมหุ่นยนต์ โดยนักเรียนทีม ใดวางแผนนำความคิดควบคุมหุ่นยนต์ให้เดินตามเส้นได้ จะมีคะแนนพิเศษ”	- บทความที่สามารถ ในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์  - สังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ โปรแกรมหุ่นยนต์	- บทความที่สามารถ ในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์  - สังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ โปรแกรมหุ่นยนต์ (Andrew, 2017)
<b>ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)</b> ความสามารถในการ การแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration Phase)	1. กิจกรรมควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้น (กิจกรรมคู่/ กลุ่ม 2-3 คน) นักเรียนศึกษาทเรียนออนไลน์ “โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ IPST-SE” ผ่านเว็บไซต์ edmodo.com 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและรวบรวมความรู้จากสื่อ วีดิทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา เพื่อทำ กิจกรรม ใบงาน จำลองความคิดพิชิตเส้นชัย 3. นักเรียนศึกษาและรวบรวมความรู้จากแหล่งข้อมูล ต่าง ๆ (หนังสือคู่มือ/แหล่งข้อมูลออนไลน์)	1. กิจกรรมควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้น (กิจกรรมคู่/ กลุ่ม 2-3 คน) นักเรียนศึกษาทเรียนออนไลน์ “โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ IPST-SE” ผ่านเว็บไซต์ edmodo.com 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและรวบรวมความรู้จากสื่อ วีดิทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา เพื่อทำ กิจกรรม ใบงาน จำลองความคิดพิชิตเส้นชัย 3. นักเรียนศึกษาและรวบรวมความรู้จากแหล่งข้อมูล ต่าง ๆ (หนังสือคู่มือ/แหล่งข้อมูลออนไลน์)	- บทความออนไลน์  - ใบงาน จำลอง ความคิดพิชิต เส้นชัย  - หุ่นยนต์ IPST-SE	- การทำใบงาน การเรียนรู้ โปรแกรมหุ่นยนต์ (Andrew, 2017)
	ขั้นที่ 3 อธิบาย (Explanation phase)	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดจากบทเรียน หุ่นยนต์ออนไลน์เพื่อตอบคำถามจำลองความคิด แสดง			

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรม หน่วยที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E	กิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหน่วยที่ 4	สื่อการเรียนรู้	การวัดและการประเมิน
<b>พึงประสงค์ (A)</b> 1. มีวินัย 2. ไม่เรียนรู้อย่าง 3. มุ่งมั่นในการทำงาน		<b>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration phase)</b>	นักเรียนขยายความรู้โดยทำกิจกรรม ใบงาน เรื่อง ส่วนประกอบและการประกอบหน่วยที่ 4 ตามคำชี้แจงในใบงาน โดยสามารถศึกษาความรู้จากแหล่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้	- ใบงาน เรื่อง ส่วนประกอบและการประกอบหน่วยที่ 4	
		<b>ขั้นที่ 5 แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (Exchange phase)</b>	1. นักเรียนนำเสนอหน่วยที่ 4 IPST-SE ที่ประกอบเรียบร้อยแล้ว 2. เพื่อนต่างกลุ่มซักถามวิธีการประกอบและสิ่งเกิดหน่วยที่ 4 เพื่อเป็นแบบอย่างแล้วมาปรับแก้หน่วยที่ 4 ของตนเอง		
		<b>ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation phase)</b>	1. ครูประเมินการปฏิบัติตามกิจกรรมรู้จักหน่วยที่ 4 IPST-SE จากการทำใบงานและการบันทึกภาพ เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลการทำกิจกรรมของนักเรียน แล้วนำมาประเมินตามเกณฑ์การเรียนรู้เกี่ยวกับหน่วยที่ 4 2. นักเรียนบันทึกผลการเรียนเพื่อสะท้อนการเรียนรู้เรื่อง ส่วนประกอบของหน่วยที่ 4 และการประกอบหน่วยที่ 4 IPST-SE		
		<b>ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)</b>	นักเรียนตอบคำถามสะท้อนการเรียนรู้จากแบบวัด และสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์		

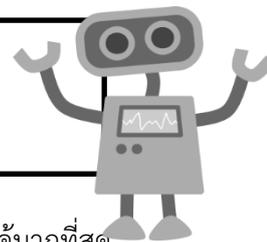
**แผนการจัดการเรียนรู้ (รายหน่วย)**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทุนยนต์พิชิตเขาวงกต**  
**กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาอังกฤษและเทคโนโลยี ชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น เวลา 6 คาบ (300 นาที)**

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรม ทุนยนต์ด้วยกิจกรรม เรียนรู้ 7E	กิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมทุนยนต์	สื่อการเรียนรู้	การวัดและการประเมิน
<b>ด้านความรู้ (K)</b> เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้เซ็นเซอร์และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์  <b>ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)</b> ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	สามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการควบคุมหุ่นยนต์ออกจากเขาวงกตได้	<b>ขั้นที่ 1 ไร้ความสนใจ (Engagement Phase)</b>	1. ครูสร้างโจทย์/สถานการณ์ให้นักเรียนแก้ปัญหา - ครูสร้างสถานการณ์การแข่งขันหุ่นยนต์พิชิตเขาวงกตโดยที่ผู้เข้าแข่งขันที่ชนะเลิศจะได้รับรางวัล - ครูแสดงสนามเขาวงกต เพื่อกระตุ้นความสนใจในการแข่งขัน	- สนามเขาวงกต	- วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
		<b>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration Phase)</b>	1. กิจกรรมหุ่นยนต์พิชิตเขาวงกต ศึกษาและรวบรวมความรู้จากการเขียนโปรแกรมและจากประสบการณ์ในการแก้ปัญหา 2. นักเรียนศึกษาและรวบรวมความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ (หนังสือคู่มือ/แหล่งข้อมูลออนไลน์)	- บทเรียนหุ่นยนต์ออนไลน์ - ทุนยนต์ IPST-SE	- สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมทุนยนต์ (Andrew, 2017)
		<b>ขั้นที่ 3 อธิบาย (Explanation phase)</b>	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเห็นทดลองเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และแก้ปัญหาตามภารกิจ 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาควบคุมหุ่นยนต์พิชิตเขาวงกต		- การทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมทุนยนต์ (Andrew, 2017)
		<b>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration phase)</b>	นักเรียนขยายความรู้ของตัวเองโดยการบันทึกวิดีโอพร้อมอธิบายหลักการควบคุม		

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรม หน่วยที่ ๖ วิชา ๖.๑ วิชา ๖.๒ เรียนรู้ 7E	กิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหน่วยที่ ๖	สื่อการเรียนรู้	การวัดและการประเมิน
<b>ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)</b> 1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน		<b>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration phase)</b>	นักเรียนขยายความรู้โดยทำกิจกรรม ใบงาน เรื่อง จำลองความคิดที่คิดค้นขึ้น		
		<b>ขั้นที่ 5 แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (Exchange phase)</b>	1. นักเรียนนำเสนอ Flowchart จำลองความคิดในการควบคุมหน่วยที่ ๖ 2. นักเรียนเผยแพร่วิดีโอการควบคุมหน่วยที่ ๖ ในการพินิจเห็นด้วยของตัวเอง		
		<b>ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation phase)</b>	1. ครูประเมินการควบคุมหน่วยที่ ๖ จากการทำงานที่ปฏิบัติ ผลงานการแก้ปัญหาในการควบคุมหน่วยที่ ๖ ของนักเรียนตามเกณฑ์การเรียนรู้เกี่ยวกับหน่วยที่ ๖ 2. นักเรียนบันทึกผลการเรียนเพื่อสะท้อนการเรียนรู้		
		<b>ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)</b>	นักเรียนตอบคำถามสะท้อนการเรียนรู้จากแบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์		

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: รู้จักหุ่นยนต์ IPST-SE

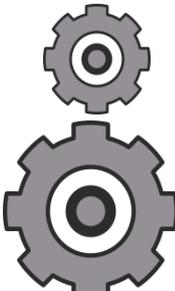
### ใบงานที่ 1 เรื่อง What is a Robot?



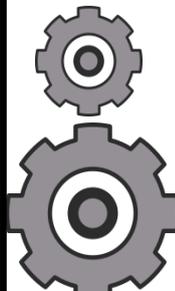
คำชี้แจง ให้นักเรียนค้นหาคำศัพท์ที่มีความเกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ให้ได้มากที่สุด

ASCSTATICOJBDYNAMICVBNUWDASXMKLIY  
 WSESCESPOMOBILECVBMUOJHKNMAOSPECI  
 FICTASKDXAUTONOMOUSDVAMEOPMCONME  
 NTDSTATIONARYMWSDFVEFMULTITSKESVER  
 OBOTIOHDSEGVEVIPOKKYDWIWDREMOER  
 ADOICOMPUTERDVETSAFRWCDVCONTROLES  
 WGHVCWWAZD TECHNOLOGYFCWZQEUOPRO  
 CESSINGNSWROBOTICSIUOPADEPROGRAMIJ  
 KTFSSOUKASNMSARTPOIREDCGTHFDSBNJKP  
 OPLKSDEVICEERBWEFDLSWSARDTWDVCWOP  
 HUMANWDPMPIMLKUEDSATERMACHINEMYM  
 OBILES DVRGSCBINKPESTFIXEDTEDCVRGHRO  
 BOTDVRFRQGHJSHTWAROBOTOPWDEVICEVH  
 ARDUINOSWYBVDRHNVIPOUOKMPEADXREWG  
 JUMGTRDSEGJBVFRYUS

MY NAME IS.....



ให้นักเรียนค้นหาคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ให้ได้  
จำนวนมากที่สุด จากนั้นแปลความหมายของแต่ละ  
คำ แล้วนำมาตอบคำถามต่อไปนี้



1) คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ที่พบมีทั้งหมด.....คำ แต่ละคำมีความหมาย  
ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2) จากกิจกรรมค้นหาคำศัพท์ ให้นักเรียนบอกความหมายของหุ่นยนต์ จากความรู้  
ที่ได้จากคำศัพท์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

.....

.....

.....

.....

3) ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำกิจกรรมนี้คือ  
อะไร.....

.....

.....

.....

.....

4) นักเรียนมีวิธีในการแก้ปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

**หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: รู้จักหุ่นยนต์ IPST-SE**  
**ใบงานที่ 2 เรื่อง ส่วนประกอบและการประกอบหุ่นยนต์**

คำชี้แจง ให้นักเรียนบอกชื่อรายการอุปกรณ์หุ่นยนต์ IPST-SE ต่อไปนี้ แล้วนำมาแยกประเภทตามลักษณะการทำงานตามด้านล่าง

3 คะแนน

<p>1. แผงวงจรและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>2. อุปกรณ์แอคทูเอเตอร์</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>3. ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ทางกล</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>4. อุปกรณ์และเครื่องมือประกอบ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
---	---	---	--

3 คะแนน



2. ในการทดลองวิจัยหุ่นยนต์ นักเรียนเจอปัญหาหรือไม่ ถ้าพบนักเรียนมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร (ระบุเป็นข้อ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ IPST-SE ให้เดินตามเส้นอย่างไร (เขียนโปรแกรมที่ตนเองเลือกใช้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ถ้าครูเปลี่ยนสนามนักเรียนสามารถใช้ Code การเขียนโปรแกรมนี้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

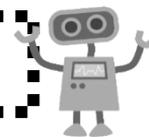
.....

.....

.....

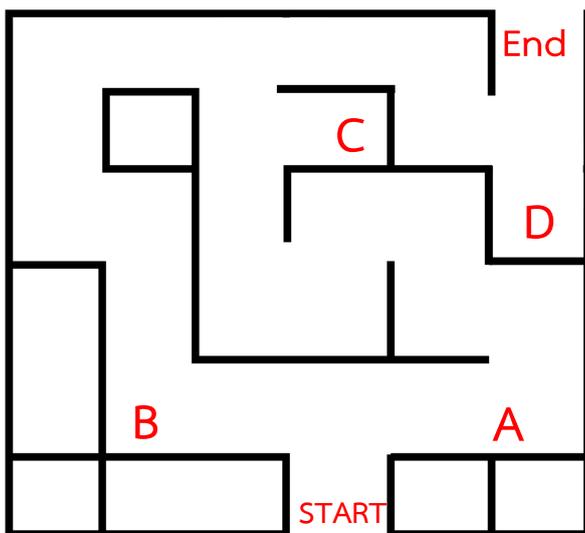
.....

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 3: หุ่นยนต์พิชิตเขาวงกต



ชื่อทีม \_\_\_\_\_

คะแนนที่ได้ \_\_\_\_\_



**กติกาในการแข่งขัน:** แต่ละคนจะมีคะแนนเริ่มต้นทีมละ 1000 คะแนน และมีเวลาอยู่ในเขาวงกตทีมละ 5 นาที โดยมีเงื่อนไข ดังนี้

1. ถ้าวิ่งผ่านจุด A เป็นจุดแรก +600 คะแนน
2. ทุกๆ ครั้งที่กลับมาจุด A - 300 คะแนน
3. ถ้าวิ่งผ่านจุด B เป็นจุดแรก +400 คะแนน
4. ทุกๆ ครั้งที่กลับมาจุด B - 200 คะแนน
5. ทุกๆ ครั้งที่ผ่านมาจุด C +500 คะแนน
6. ทุกๆ ครั้งที่ผ่านมาจุด D +500 คะแนน
7. ทุกๆ ครั้งที่หุ่นยนต์ค้างกำแพง-100 คะแนน
8. ทุกๆ ครั้งที่สัมผัสหุ่นยนต์ -100 คะแนน
9. ทุกๆ ครั้งที่กลับมาเริ่มใหม่ -1000 คะแนน
10. หมดเวลาก่อนออกจากเขาวงกต -500 คะแนน
11. พิชิตเขาวงกตได้โดยไม่สัมผัสหุ่นยนต์ +500 คะแนน

#### ภารกิจ

#### ผู้แข่งขัน

#### รูปแบบการแข่งขัน

#### หุ่นยนต์พิชิตเขาวงกต

แข่งขันทีมละ 2-3 คน แต่ละทีมใช้หุ่นยนต์ 1 ตัว

คิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยควบคุมหุ่นยนต์ให้ออกจากเขาวงกต โดยระหว่างทางเก็บคะแนนให้ได้มากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที

**เกณฑ์การตัดสิน** Score +Time record + Mission complete

#### กติกาการแข่งขัน

1. ควบคุมหุ่นยนต์จากจุด Start เข้าไปในเขาวงกต จากนั้นคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการหาวิธีเพื่อเก็บคะแนนให้ได้มากที่สุด
2. ทีมผู้แข่งขันมีเวลาการเขียนโปรแกรม ตรวจสอบ และซ้อมในสนามจริงได้ตามความเหมาะสม โดยมีเวลาให้ 30 นาที ก่อนการแข่งขัน
3. ในการแข่งขันจะเริ่มที่จุด Start หุ่นยนต์เริ่มเก็บคะแนนตามเงื่อนไขที่กำหนด และต้องออกจากเขาวงกตภายในเวลา 5 นาที







1.2 ถ้าเปรียบกับเมืองนั้นคือประเทศไทย ให้นักเรียนบอกสภาพปัญหาบ้านเมืองในปัจจุบัน (ระบุได้ไม่จำกัด) (5 คะแนน)

ปัญหาที่ 1

.....

ปัญหาที่ 2

.....

ปัญหาที่ 3

.....

ปัญหาที่ 4

1.3 จากข้อ 2) นักเรียนคิดว่าปัญหาใดที่ใกล้ตัวนักเรียนมากที่สุด เพราะเหตุใด (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 นักเรียนมีแนวทางแก้ปัญหานั้นอย่างไร โดยยึดหลักปรัชญาในการแก้ปัญหาของในหลวงรัชกาลที่ 9 (4 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## สถานการณ์ที่ 2 (25 คะแนน)

เด็กชายกรีกมีอายุ 14 ปี บ้านของกรีกอยู่ด้วยกัน 3 คน มีพ่อทำหน้าที่เป็นเสาหลักของบ้าน พ่อของกรีกประกอบอาชีพรับจ้างซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป รายได้ก็จะไม่แน่นอน ส่วนแม่เป็นแม่ค้าขายข้าวแกงอยู่ในตลาด ครอบครัวของกรีกจึงมีฐานะไม่ร่ำรวยนัก แต่กรีกเป็นเด็กดี ชอบช่วยพ่อซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้าอยู่บ่อย ๆ เขาโปรดปรานและสนใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ สายไฟ วงจร มอเตอร์ ฯลฯ เขาอาศัยสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวหยิบจับมาเป็นของเล่น ของเล่นของกรีกจึงแปลกไปจากเพื่อนคนอื่น



ในงานวันวิทยาศาสตร์ครูให้นักเรียนนำเสนอสิ่งประดิษฐ์ที่ทันสมัย เพื่อนของกรีกแต่ละคนบ้างก็ซื้อหุ่นยนต์บังคับ บ้างก็เครื่องบินบังคับ โดยส่วนตัวของกรีกมีความชอบรถบังคับ จึงมีความคิดที่จะประดิษฐ์รถบังคับด้วยตนเอง ให้นักเรียนแสดงความคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์นี้

2.1 จากสถานการณ์นี้ นักเรียนทราบข้อมูลเกี่ยวกับชีวิตกรีกเรื่องอะไรบ้าง (ระบุให้ได้จำนวนมากที่สุด) (4 คะแนน)

ข้อมูลที่ 1 .....

ข้อมูลที่ 2 .....

ข้อมูลที่ 3 .....

ข้อมูลที่ 4 .....

ข้อมูลที่ 5

2.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้ได้แก่อะไรบ้าง (5 คะแนน)

ปัญหาที่ 1 .....

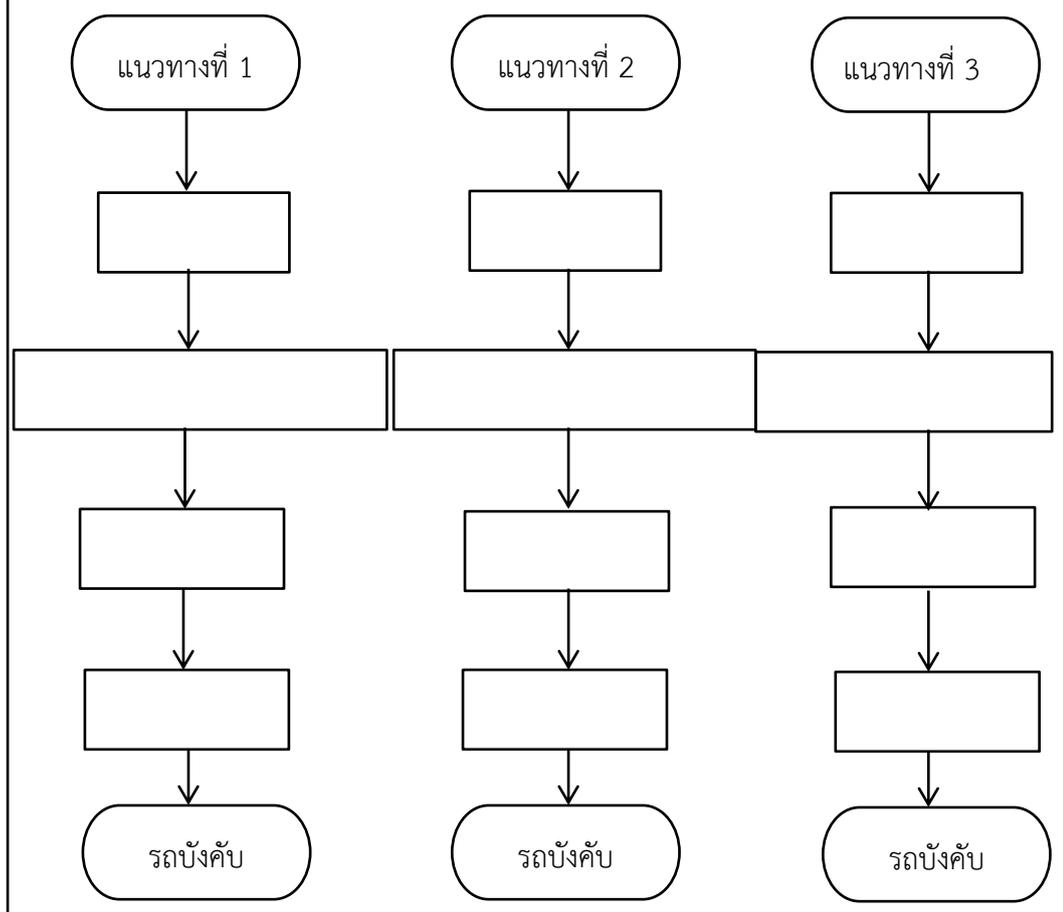
ปัญหาที่ 2 .....

ปัญหาที่ 3 .....

ปัญหาที่ 4 .....

ปัญหาที่ 5 .....

2.3 ถ้านักเรียนจะต้องประดิษฐ์รถบังคับ นักเรียนจะแก้ปัญหาได้อย่างไร (สามารถระบุได้หลายแนวทาง) (10 คะแนน)



2.4 ถ้านักเรียนต้องแนะนำแนวทางการประดิษฐ์หุ่นยนต์ให้เกริก แนวทางเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด จงอธิบาย (6 คะแนน)

.....

.....

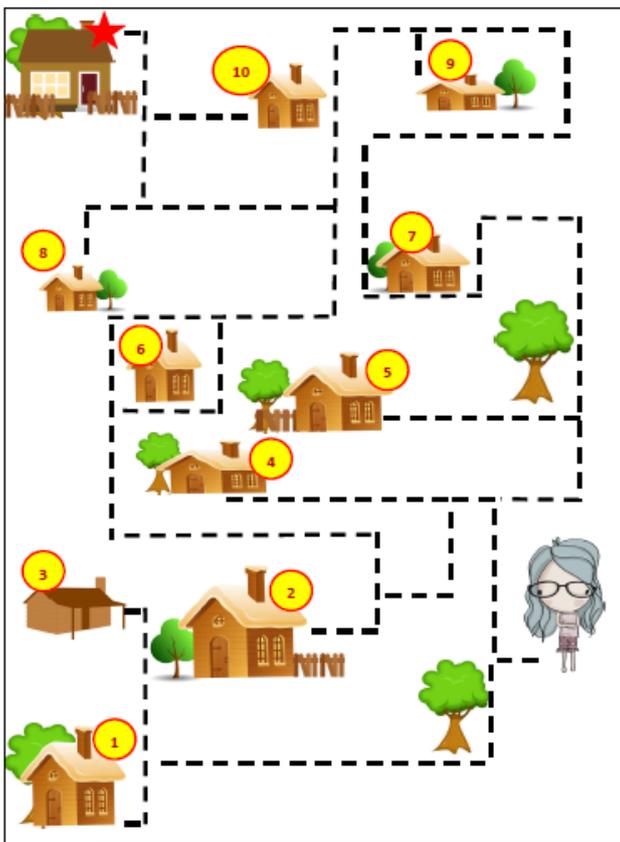
.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3 (25 คะแนน)



ในเย็นวันศุกร์หลังเลิกเรียน ขณะที่นั่งห้อง กำลังเดินกลับบ้าน คุณแม่ของเธอได้โทรเข้ามาพร้อมกับบอกเธอว่า “ก่อน 6 โมงเย็น แม่ต้องทำตั้มยำกุ้งไปส่งลูกค้า หนองซื้อ ส่วนผสมและเครื่องปรุงกลับมาให้แม่ หน่อย” จากนั้นหน้าจอโทรศัพท์ของเธอก็ดับ

“ให้ตายซี!! เรายังไม่รู้เลยว่าต้องซื้ออะไรบ้าง แบทก็คืนมาหมดซะอีก” นิ่ง หนองพูดพร้อมกับสีหน้าเคร่งเครียด

แผนที่ทางกลับบ้าน

- หมายเลข 1 ขายน้ำพริกเผา/น้ำพริกนรก
- หมายเลข 2 ขายน้ำปลา/น้ำตาล/น้ำมะนาว
- หมายเลข 3 ขายกุ้งกุลาดำ/กุ้งแม่น้ำ
- หมายเลข 4 ขายเห็ดนางฟ้า/ผักชี
- หมายเลข 5 ขายน้ำพริกเผา
- หมายเลข 6 ขายกะทิ/นมข้นจืด/น้ำซุ๊ป
- หมายเลข 7 ขายมะนาว/เห็ดฟาง
- หมายเลข 8 ขายเห็ดฟาง/มะเขือเทศ
- หมายเลข 9 ขายกุ้งแม่น้ำ/กุ้งเลี้ยง
- หมายเลข 10 ขายพริกขี้หนู/ขิง/ข่า/ตะไคร้

สัญลักษณ์ แทน บ้านของนิ่งหนอง

สัญลักษณ์ แทน ระยะทาง 20 เมตร

จงตอบคำถามต่อไปนี้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3.1 จากสถานการณ์นี้ จงบอกปัญหาที่เกิดขึ้นกับหนอง (ระบุได้ไม่จำกัด) (4 คะแนน)

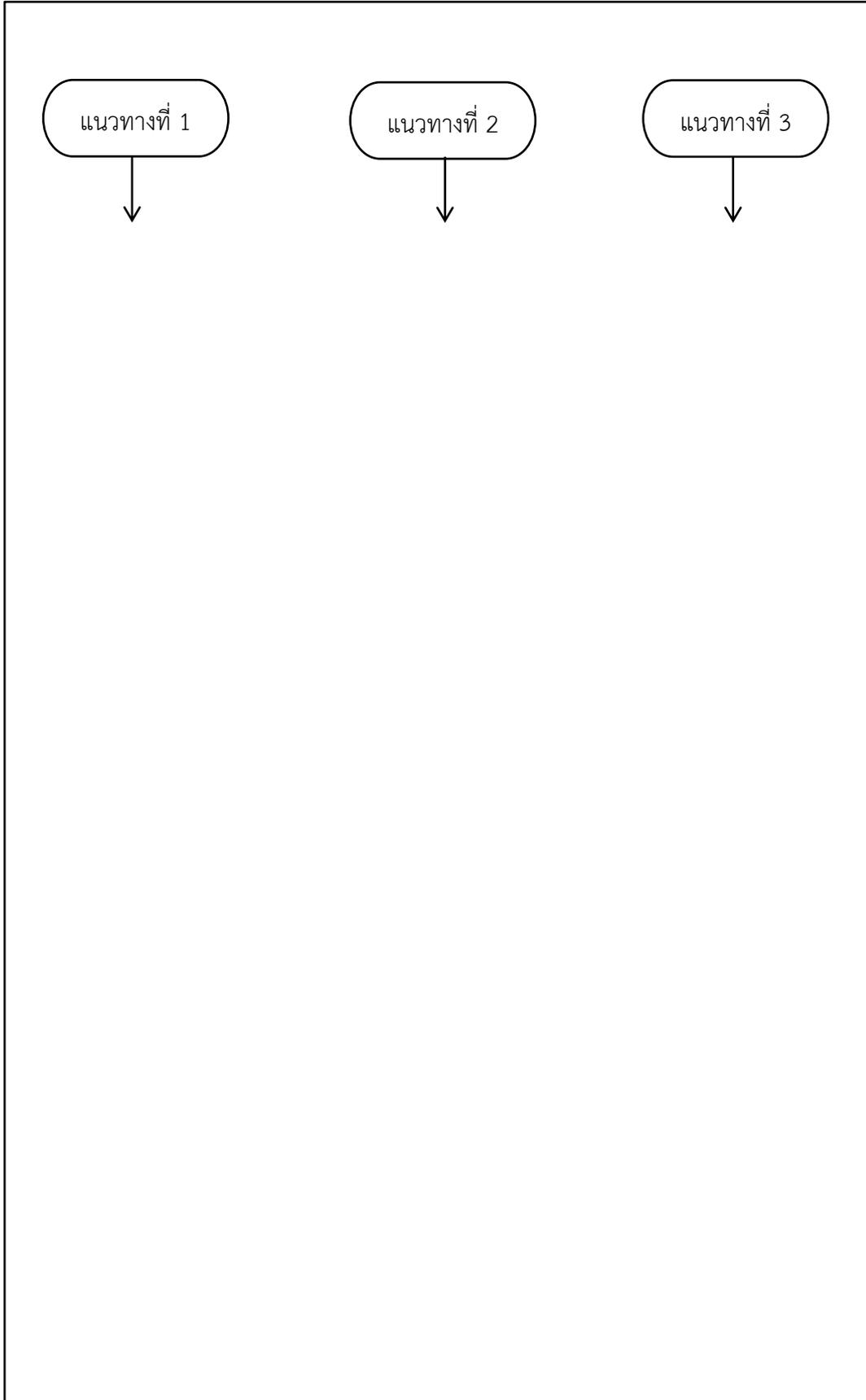
ปัญหาที่ 1 .....

ปัญหาที่ 2 .....

ปัญหาที่ 3 .....

ปัญหาที่ 4 .....

ปัญหาที่ 5 .....



3.3 ถ้าห้องมีเวลาในการเดินทางกลับบ้านจำกัด ห้องควรเลือกแนวทางการแก้ปัญหาใด  
เพราะเหตุใด (6 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.4 ส่วนผสมและเครื่องปรุงของต้มยำกุ้ง ที่ห้องได้มา ได้แก่ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....





การให้คะแนนพฤติกรรมในการทำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Andrew, 2017)

โดย  ในระดับ 0, 1, 2 และ 3 ซึ่งตัวเลขมีความหมาย ดังนี้

ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมในระดับที่เป็นแบบอย่างได้

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมในระดับคล่องแคล่ว

ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมในระดับกำลังพัฒนา

ระดับคุณภาพ 0 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมในระดับเริ่มต้น

ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนรายบุคคล (ภาคทฤษฎี)

พฤติกรรมบ่งชี้	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: รู้จักหุ่นยนต์ IPST-SE			
	ระดับ	ระดับ	ระดับ	ระดับ
	เริ่มต้น	กำลังพัฒนา	คล่องแคล่ว	เป็นแบบอย่างได้
	(0 คะแนน)	(1 คะแนน)	(2 คะแนน)	(3 คะแนน)
1) อธิบายความหมายของหุ่นยนต์	อธิบายไม่ได้	อธิบายได้แต่เรียงประโยคไม่ถูกต้องเหมาะสม	อธิบายได้และเรียงเรียงประโยคถูกต้องเหมาะสม	อธิบายได้ดี ถูกต้อง และมีรายละเอียดชัดเจน
2) ระบุส่วนประกอบของหุ่นยนต์ IPST	นักเรียนระบุส่วนประกอบได้เพียง 1-3 รายการ	นักเรียนระบุส่วนประกอบหุ่นยนต์ได้ 4-5 รายการ	นักเรียนระบุส่วนประกอบหุ่นยนต์ได้ 6-8 รายการ	นักเรียนระบุส่วนประกอบหุ่นยนต์ได้ 9-12 รายการ
3) แยกประเภทส่วนประกอบของหุ่นยนต์ IPST	นักเรียนแยกประเภทได้เพียง 1-3 รายการ	นักเรียนแยกประเภทได้ 4-5 รายการ	นักเรียนแยกประเภทได้ 6-8 รายการ	นักเรียนแยกประเภทได้ 9-12 รายการ
5) การประกอบของหุ่นยนต์ IPST	นักเรียนประกอบหุ่นยนต์สำเร็จไม่ถึง 50% ของหุ่นยนต์	นักเรียนประกอบสำเร็จ 50% ของหุ่นยนต์	นักเรียนประกอบสำเร็จ 50-79 % ของหุ่นยนต์	นักเรียนประกอบสำเร็จ 80-100% ของหุ่นยนต์

**แบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์  
ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์**

แบบสอบถามนี้เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์  
**คำชี้แจง** แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับนี้มีทั้งหมด 2 ตอน ได้แก่

**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

**ตอนที่ 2** การสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อ แล้วตอบคำถามตามความเป็นจริงที่ตรงกับความพึงพอใจของตนเองมากที่สุด มีระดับความพึงพอใจดังนี้

5	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับมาก
3	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน  และเติมคำตอบลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

1. เพศ

เพศหญิง

เพศชาย

2. ระดับชั้น

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**ตอนที่ 2** การสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีดิทัศน์การ  
เรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย  ลงใน  ที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของนักเรียนมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>ขั้นที่ 1 ไร่้าความสนใจ</b>					
1.1 ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน					
1.2 ครูให้สถานการณ์เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหา					
<b>ขั้นที่ 2 สำรจวและค้นหา</b>					
2.1 กิจกรรมรู้จักหุ่นยนต์ IPST-SE ศึกษาและรวบรวม ความรู้จากสื่อวีดิทัศน์เสริมความรู้ “How to assemble ibot”					
2.2 กิจกรรมควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้น ศึกษาและรวบรวม ความรู้การเขียนโปรแกรมจากบทเรียนออนไลน์					
2.3 กิจกรรมหุ่นยนต์พิชิตเขาวงกต ศึกษารวบรวมความรู้ จากการเขียนโปรแกรมและจากประสบการณ์ในการแก้ปัญหา					
<b>ขั้นที่ 3 อธิบาย</b>					
3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดจากสื่อวีดิทัศน์ “How to assemble ibot” เพื่อประกอบหุ่นยนต์					
3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดจากบทเรียนหุ่นยนต์ เพื่อตอบคำถามจำลองความคิด					
3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดทดลองเขียน โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และแก้ปัญหาตามภารกิจ					
<b>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้</b>					
4.1 นักเรียนขยายความรู้ของตัวเองโดยการทำใบงาน					
4.2 นักเรียนขยายความรู้ของตัวเองโดยการบันทึกวิดีโอพร้อม อธิบายหลักการควบคุม					
<b>ขั้นที่ 5 แลกเปลี่ยนการเรียนรู้</b>					

- 
- 5.1 นักเรียนนำเสนอการประกอบหุ่นยนต์
  - 5.2 นักเรียนนำเสนอ Flowchart จำลองความคิด
  - 5.3 นักเรียนเผยแพร่วิดีโอการแก้ปัญหาควบคุมหุ่นยนต์
  - 5.4 นักเรียนร่วมกันซักถามแลกเปลี่ยนความคิด/วิธีการ

### ชั้นที่ 6 ประเมิน

- 6.1 ครูประเมินการประกอบหุ่นยนต์ จากกิจกรรมใบงานและการบันทึกภาพระหว่างปฏิบัติกิจกรรม
- 6.2 ครูประเมินการควบคุมหุ่นยนต์ จากการบันทึกวิดีโอผลงานการแก้ปัญหาในการควบคุมหุ่นยนต์ของนักเรียน
- 6.3 นักเรียนประเมินตนเองจากการบันทึกหลังการเรียน

### ชั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้

- 7.1 นักเรียนตอบคำถามสะท้อนการเรียนรู้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
  - 7.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้หลังการปฏิบัติกิจกรรม
- 

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

---



---



---



---



---

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3

แบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



**แบบประเมินรับรอง**  
**รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถใน**  
**การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์**

**ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์** การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์  
 DEVELOPMENT OF ROBOT PROGRAMMING LEARNING MODEL WITH THE 7E LEARNING CYCLE TO ENHANCE CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITIES

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** รองศาสตราจารย์ ดร. เนาวนิตย์ สงคราม  
**ผู้วิจัย** นางสาวศศิธร ศรีวงษ์ญาติดี นิสิตระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต  
 ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา  
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**วัตถุประสงค์ของการประเมิน**

เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ผลที่ได้จากการประเมินผู้วิจัยจะนำไปปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปเผยแพร่

**คำชี้แจง** การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วยคำถาม 6 ตอน ได้แก่ (1) ภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้ฯ (2) รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ฯ (3) องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ฯ (4) ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (5) การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ และ (6) การใช้งานของรูปแบบการเรียนรู้ฯ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

5	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	รายการประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

แบบประเมินรับรอง (ต้นแบบ)  
รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถใน  
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ .....  
ตำแหน่ง .....

ตำแหน่ง .....

สถานที่ทำงาน .....

**ตอนที่ 1** ภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริม  
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. หลักการ ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ฯ					
2. รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E					
3. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ฯ					
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์					
5. การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ					
6. การใช้งานของรูปแบบการเรียนรู้ฯ					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้ฯ

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

**ตอนที่ 2** รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีดิทัศน์การเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>ขั้นที่ 1</b> เร้าความสนใจ					
1.1					
1.2					
1.3					
<b>ขั้นที่ 2</b> สำรวจและค้นหา					
2.1					
2.2					
2.3					
<b>ขั้นที่ 3</b> อธิบาย					
3.1					
3.2					
3.3					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้</b>					
4.1					
4.2					
4.3					
<b>ขั้นที่ 5 แลกเปลี่ยนการเรียนรู้</b>					
5.1					
5.2					
5.3					
5.4					
<b>ขั้นที่ 6 ประเมิน</b>					
6.1					
6.2					
6.3					
<b>ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้</b>					
7.1					
7.2					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ครู					
2. นักเรียน					
3. สื่อการเรียนรู้					
4. เว็บไซต์โปรแกรม					
5. การวัดและประเมินผล					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ฯ

.....

.....

.....

.....

.....

#### ตอนที่ 4 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ทำความเข้าใจปัญหา					
2. จำลองความคิด					
3. ตัดสินใจและดำเนินการ					
4. สนับสนุนคำตอบ					

#### ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

.....

.....

.....

.....

#### ...ตอนที่ 5 การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวีจกรรมการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน					
2. การประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์					
3. การประเมินใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์					
4. การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรมภารกิจ					
5. การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ตอนที่ 6** การใช้งานรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริม  
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ใน ห้องเรียนได้จริง					
2. กิจกรรม/เครื่องมือสามารถนำไปใช้ตามรูปแบบการเรียนรู้ ฯ ได้จริง					
3. ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ					
4. รูปแบบการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริม ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้จริง					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานรูปแบบการเรียนรู้ฯ

.....

.....

.....

.....

จากการประเมินความเหมาะสมของ (ต้นแบบ) รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวิถีจัดการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ข้าพเจ้ามีความคิดเห็นว่า

- รูปแบบมีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปใช้ได้
- รูปแบบมีความเหมาะสมดี แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปใช้ได้
- รูปแบบยังไม่มีความเหมาะสม

ลงชื่อ .....

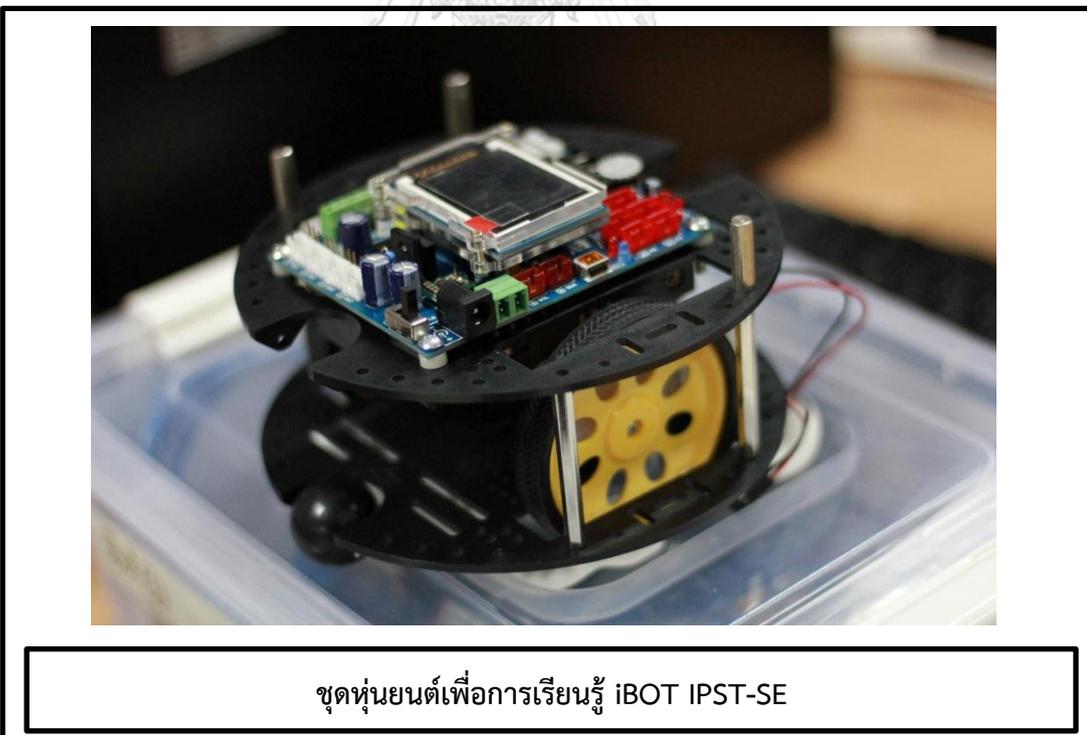
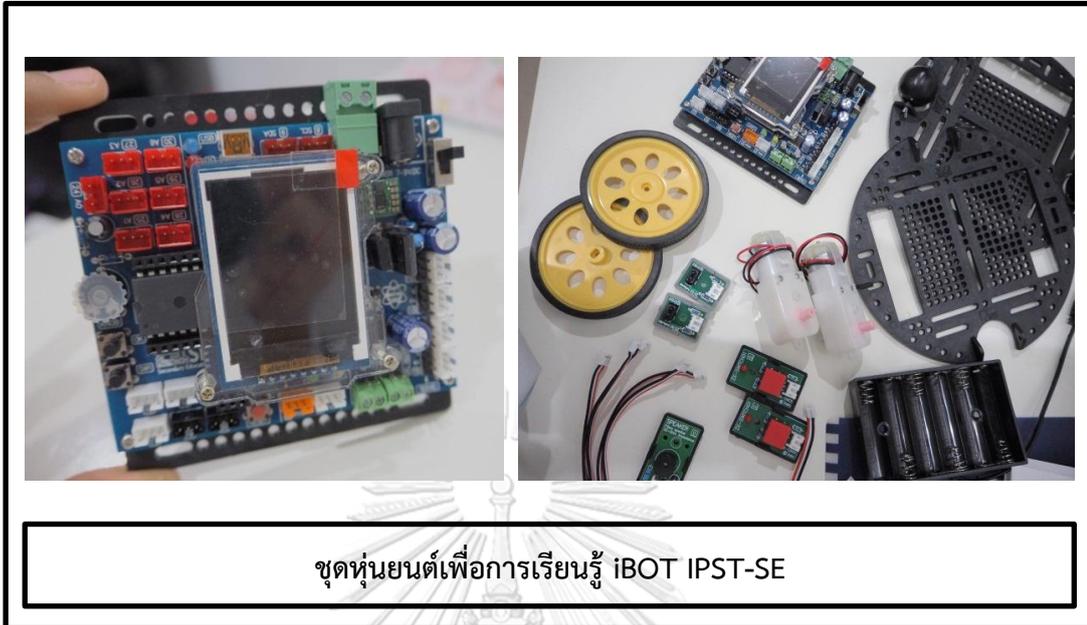
(.....)

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของรูปแบบอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

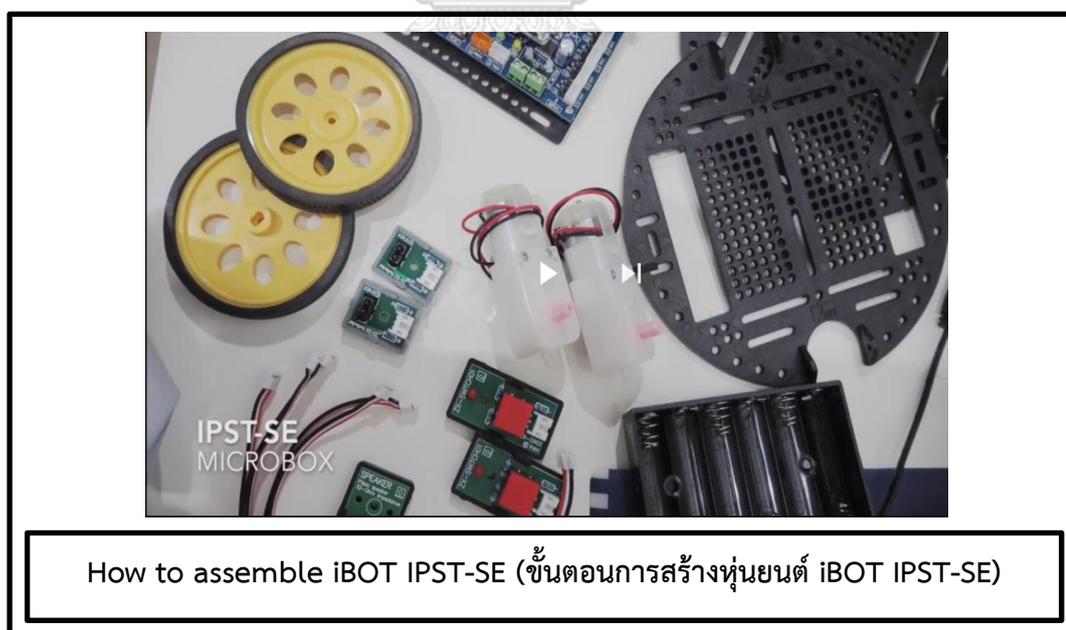
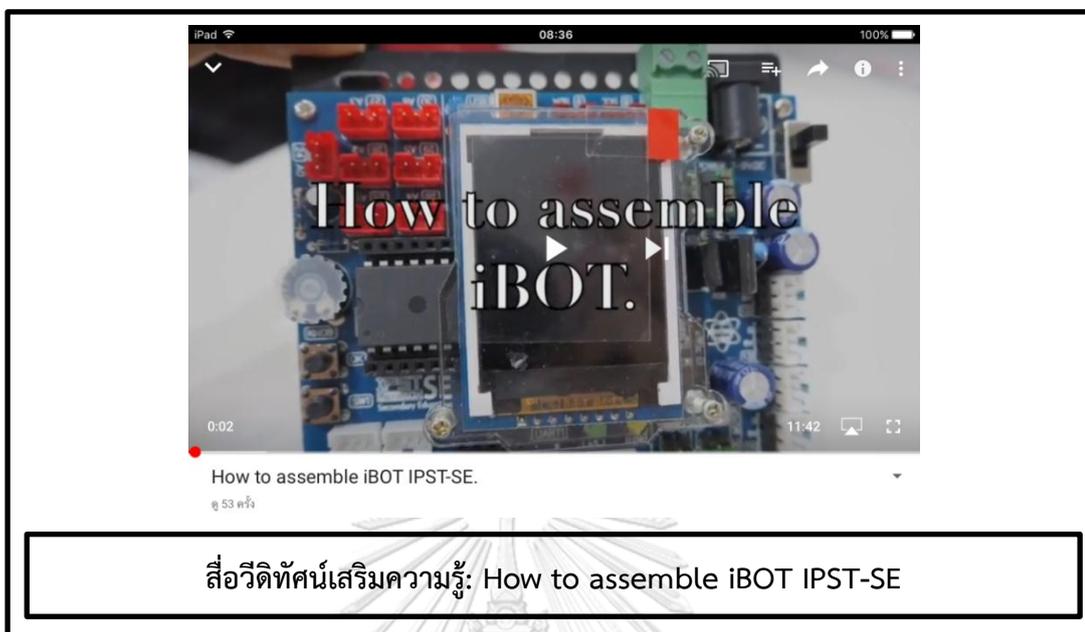
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



## 1. ชุดหุ่นยนต์



## 2. สื่อวีดิทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์



### 3. เว็บไซต์สำหรับการสอน บทเรียนหุ่นยนต์ออนไลน์ และใบงานเกี่ยวกับหุ่นยนต์

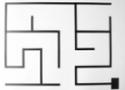


**ROBOT PROGRAMMING**  
TO ENHANCE CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITIES



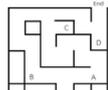
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: หุ่นยนต์ IPST-SE**

1. รู้ความหมายและประเภทของหุ่นยนต์
2. บอกส่วนประกอบหุ่นยนต์ IPST-SE ได้
3. แยกประเภทตามลักษณะการทำงานของส่วนประกอบหุ่นยนต์ IPST-SE ได้
4. สร้างหุ่นยนต์ IPST-SE ได้



**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2: ควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้น**

1. รู้หลักการและโครงสร้างการเขียนโปรแกรม Arduino
2. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้เซ็นเซอร์ได้
3. สามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการควบคุมหุ่นยนต์ให้เดินตามเส้นได้



**หน่วยการเรียนรู้ที่ 3: หุ่นยนต์ที่ขีดเขาวงกต**

สามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการควบคุมหุ่นยนต์ออกจากเขาวงกตได้

**หน้าหลัก: ประกอบด้วยรายหน่วยเรียนรู้ทั้งหมด พร้อมกับวัตถุประสงค์ของการเรียน**



หน้าหลัก    [หน้าหลัก IPST-SE](#)    [ดาวน์โหลดหน้าหลัก IPST-SE](#)

# IPST-MICROBOX

จากการเริ่มต้นพัฒนาชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX โดยสาขาคอมพิวเตอร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. ที่สามารถนำไปบูรณาการกับวิชาอื่นๆได้ ได้รับการยอมรับและมีการนำไปใช้ในการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ด้านการเขียนและพัฒนาโปรแกรมภาษา C รวมถึงในวิชาโครงงาน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ที่ไปใช้และต่อยอดเพื่อสร้างโครงงานวิทยาศาสตร์สมัยใหม่

## IPST-MicroBOX

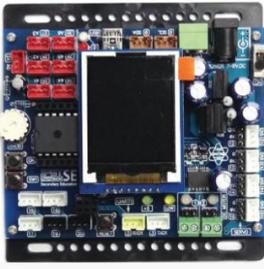
เป็นชุดแผงวงจรเล่นกประสงค์ที่ใช้อุปกรณ์ควบคุมแบบโปรแกรมได้ขนาดเล็กที่เรียกว่า "ไมโครคอนโทรลเลอร์" (microcontroller) ทำงานร่วมกับวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เพื่อการโปรแกรมและสื่อสารข้อมูล โดยในชุดประกอบด้วย แผงวงจรควบคุมหลักไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์หลัก แผงวงจรตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรด แผงวงจรเซ็นเซอร์ รวมถึงแผงวงจรอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือเซนเซอร์ (sensor) ต่าง ๆ ซึ่งมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ ดังนั้นจึงสามารถนำชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX นี้มาใช้ในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถทางการคิดในรูปแบบต่าง ๆ



## หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 รู้จักหุ่นยนต์ IPST-SE

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

### รู้จักหุ่นยนต์ IPST-SE



**แผงวงจรหลัก IPST-SE**

แผงวงจร IPST-SE เป็นแผงวงจรขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ ATmega644P เป็นหัวใจหลักในการควบคุมการทำงาน โดยตัวควบคุมหลักหรือไมโครคอนโทรลเลอร์จะได้รับการโปรแกรมผ่านทางพอร์ต USB

**รายการอุปกรณ์ส่วนประกอบหุ่นยนต์ IPST-SE**  
ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ได้แก่

- แผงวงจรและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์**
  - แผงวงจร ZX-SWITCH 01 x 2
  - แผงวงจรตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรด (ZX-03) x 2
- อุปกรณ์เอาต์พุต**
  - ชุดมอเตอร์สเต็ป B02 48:1 x 2
- ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ทางกล**
  - แผ่นฐานไม้สีส้ม x 1
  - แผ่นฐานเหล็ก x 1
  - ชิ้นต่อรูทอก x 2
  - ชิ้นต่อรูคาน x 2
  - ล้อสายพานสีส้ม x 2
  - สายรัด 3 ฐ x 2, สายรัด 5 ฐ x 2
- อุปกรณ์และเครื่องมือประกอบ**

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 รู้จักหุ่นยนต์ IPST-SE

ขนาด 3 มม. x 1.4  
สายยาวสุดถึง 3 มม. x 4

### ขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์ IPST-SE

สามารถศึกษาขั้นตอนการประกอบหุ่นยนต์ IPST-SE ได้จากเว็บไซต์ youtube.com

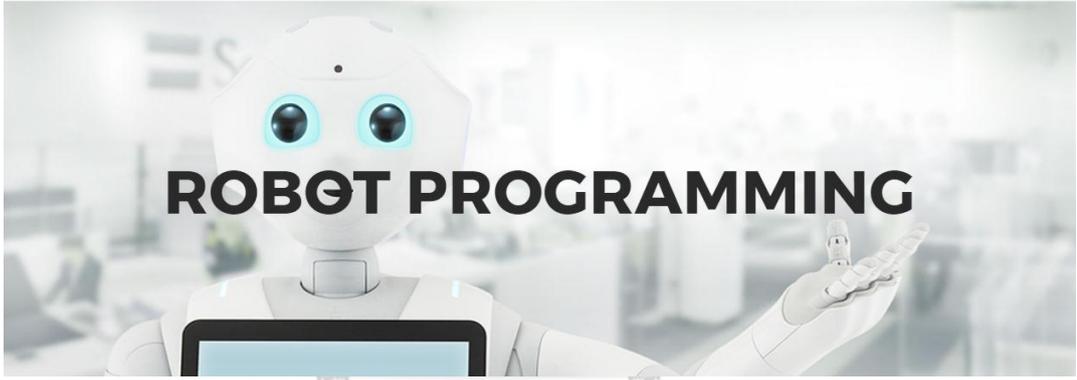




ipst-bot\_se\_robot.pdf  
Download File  
<https://goo.gl/2WkdX9>

บทเรียนหุ่นยนต์ออนไลน์และวีดิทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ บนเว็บไซต์


หน้าหลัก
หุ่นยนต์ IPST-SE
ควบคุมหุ่นยนต์ IPST-SE



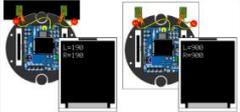
หน้าเว็บไซต์ในส่วนของการเรียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ IPST-SE

### ภารกิจหุ่นยนต์พิชิตเส้นชัย

**ภารกิจที่ 1:**  
การอ่านค่าสวิตช์ของ  
พื้นผิว

ต่อแผงวงจร ZX-03 ด้านซ้าย เข้ากับจุดต่อ A0  
ต่อแผงวงจร ZX-03 ด้านขวา เข้ากับจุดต่อ A1  
ตั้งแกนภาพด้านบน

ให้ฝึกเขียน เป็นโปรแกรม Arduino แล้วเขียนโปรแกรมเพื่ออ่าน  
ค่าสวิตช์และแสดงผลบนหน้าจอ I2C โดยใช้ I2C I2C SensorTest.pde  
จากนั้น ทำการเขียนโปรแกรมไปใช้กับหุ่นยนต์ IBOT แล้วถอด  
สาย USB นำหุ่นยนต์ที่วางไว้ที่เส้นแล้วรอว่า มันพิชิตผล



```

ภารกิจที่ 2: เขียนการโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์
ใช้กับรีเลย์หรือหลอดไฟในโปรแกรมแล้วบันทึกผลพร้อมระบุปัญหาที่
เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้โปรแกรม
#include <ipst.h>
int L, R, CL, CR, CR2;
void setup()
{
  setTextSize(2);
  gdi(0,1,"Press Start");
  sw_OK_press(); // กดสวิตช์ OK
}
void loop()
{
  L=analog(0);
  R=analog(1);
  if(L<CL&&R<CR) // พบสีขาทั้งสองด้าน ?
  {
    fd(40);
  }
  else if(L<CL&&R<CR) // สีตรงขมิ้นซ้ายพบสีดำ ?
  {
    tl(60);
  }
  }

```

บทเรียนการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ออนไลน์  
<https://goo.gl/2WkdX9>

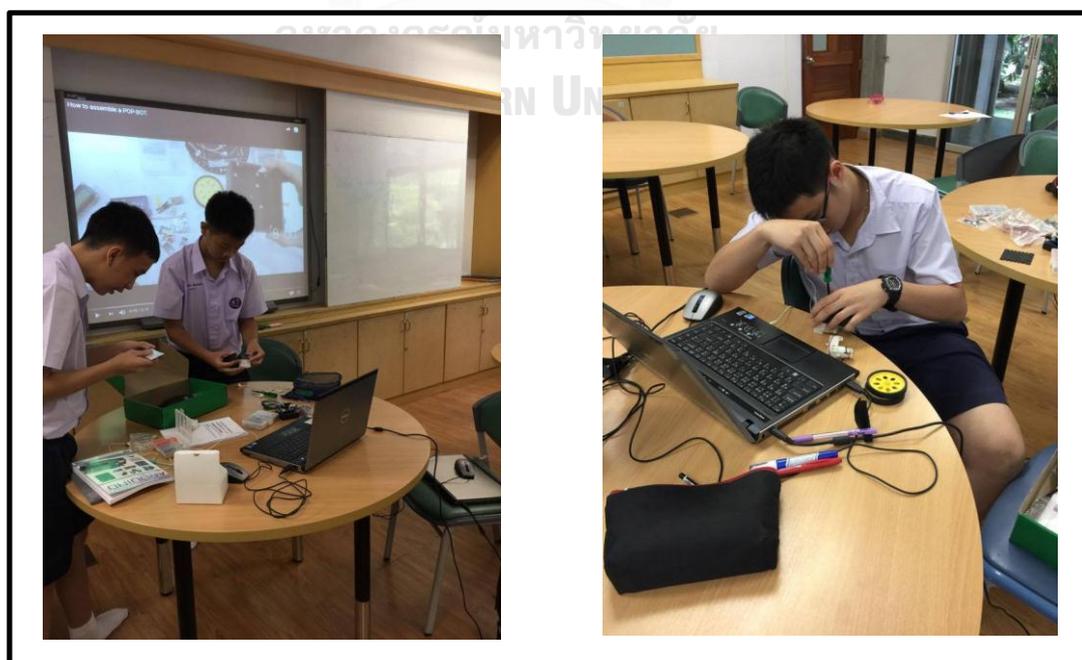
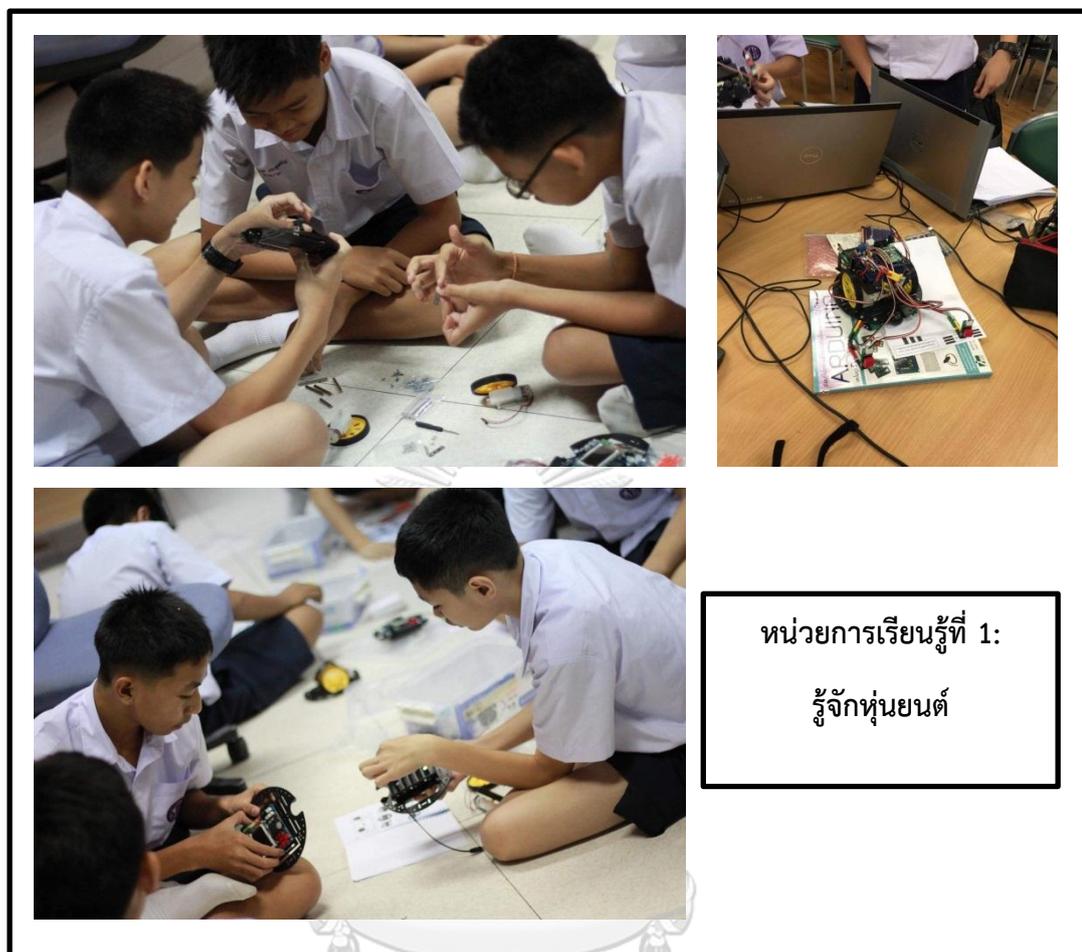


แบบฝึกหัดภารกิจที่ 1 หุ่นยนต์พิชิตเส้นชัย  
<https://goo.gl/4NdXew>

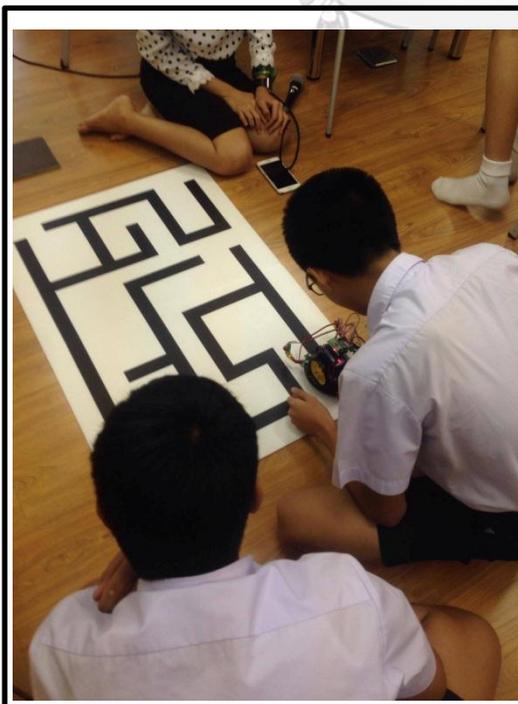
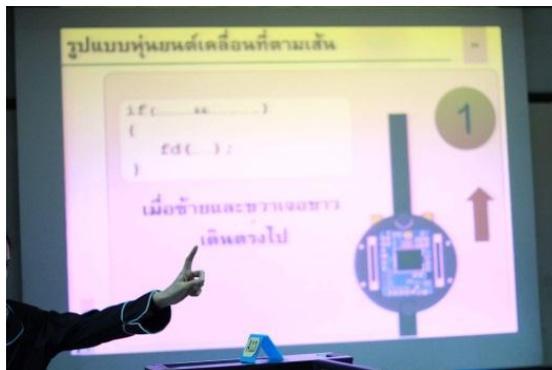
**เก็บคะแนนครั้งที่ 1**  
เรื่องการเขียนโปรแกรมarduino.pdf  
Download File

กิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้น

พฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จากการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ



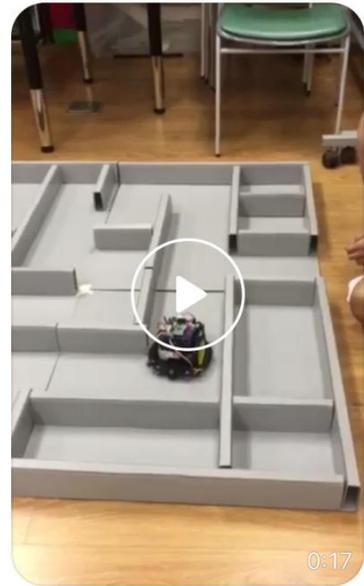
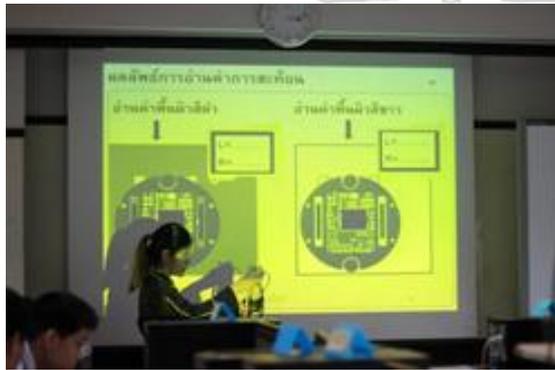
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2:  
เขียนโปรแกรมควบคุม  
หุ่นยนต์







หน่วยการเรียนรู้ที่ 3:  
หุ่นยนต์พิชิตเขาวงกต



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**